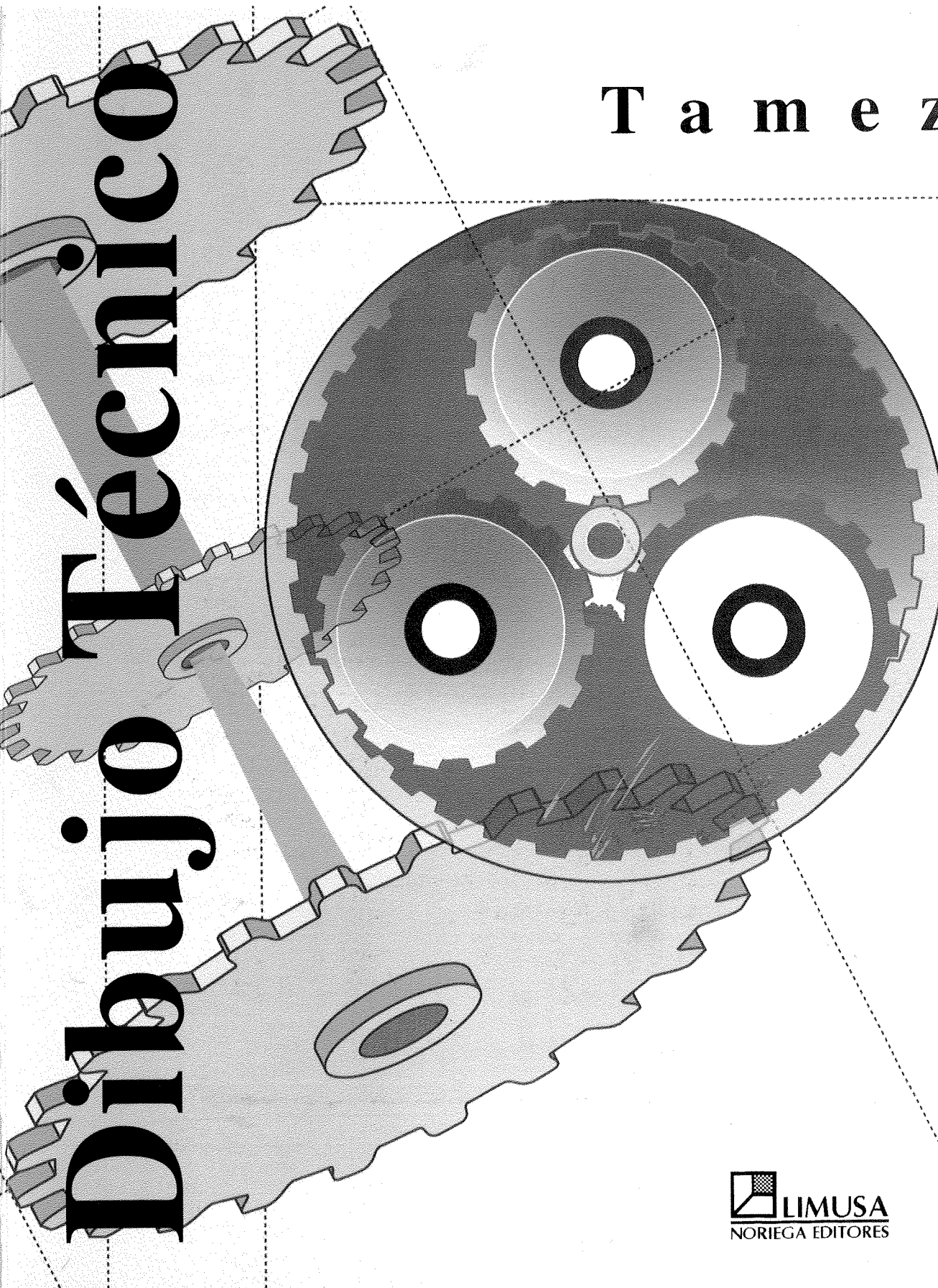
Dibujo Técnico

Tamez



LIMUSA
NORIEGA EDITORES

DIBUJO TÉCNICO

ELÍAS TAMEZ ESPARZA

LIMUSA
NORIEGA EDITORES
MÉXICO • España • Venezuela • Colombia

Tamez, Elías
Dibujo técnico / Elías Tamez. -- México : Limusa, 2007.
288 p. : il. ; 19 x 24 cm.
ISBN-13: 978-968-18-4925-2
Rústica.
1. Dibujo mecánico

LC T353 Dewey: 604.'2 – dc21

LA PRESENTACIÓN Y DISPOSICIÓN EN CONJUNTO DE

DIBUJO TÉCNICO

SON PROPIEDAD DEL EDITOR. NINGUNA PARTE DE ESTA OBRA PUEDE SER REPRODUCIDA O TRANSMITIDA, MEDIANTE NINGÚN SISTEMA O MÉTODO, ELECTRÓNICO O MECÁNICO (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, LA GRABACIÓN O CUALQUIER SISTEMA DE RECUPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN), SIN CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL EDITOR.

DERECHOS RESERVADOS:

© 2007, EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V.
GRUPO NORIEGA EDITORES
BALDERAS 95, MÉXICO, D.F.
C.P. 06040
☎ 5130 0700
5512 2903
limusa@noriega.com.mx
www.noriega.com.mx

CANIEM NÚM. 121

HECHO EN MÉXICO
ISBN-13: 978-968-18-4925-2
9.1

DEDICATORIA

La realización de este libro, significa el eslabón que completa el círculo de la docencia y la enseñanza en mi carrera magisterial. Este logro fue posible gracias a personas muy valiosas que me apoyaron en forma directa e indirecta, a quienes dedico, en forma afectuosa y respetuosa, este libro.

A mis padres,
por la educación y formación que me dieron.

A mi esposa y mis hijos,
por esa unión que me fortalece día con día en amor y comprensión.

A la maestra Emma Godoy,
como un humilde homenaje póstumo a su memoria, por haberme convencido de que el magisterio representa mucho más que ejercerlo dentro del aula.

Al profesor José Eleno Barbosa C.,
quien supo forjar en mí el valor de la iniciativa propia.

Al Ingeniero José Humberto Cantú Salinas,
por el apoyo y principalmente, por la motivación que me brindó para la realización de este libro.

PRÓLOGO

El desarrollo apresurado de tecnología automatizada y computarizada que se está verificando en el final del siglo XX obliga a estar cada vez más actualizados en esos conocimientos y a impulsar los que un estudiante de una carrera técnica o de ingeniería deben aprender en la materia de dibujo, que es el lenguaje de la industria.

Independientemente del dibujo de ingeniería, en su parte de diseño, donde los conocimientos de cálculo y normalización son indispensables, se debe pensar en un dibujo de iniciación, es decir, en lo necesario de un dibujo técnico *para* técnicos.

Este dibujo de iniciación no presenta ninguna dificultad; por lo contrario, conlleva una adecuación en la visualización del que dibuja, fabrica y compone, a diferencia del que diseña; asimismo, adecua la directriz docente que los profesores necesitan para la iniciación en la formación de tecnólogos.

El objetivo abarca los temas necesarios del dibujo técnico mecánico, subsecuente a los vistos en la parte relativa al dibujo técnico, con base en la misma metodología de enseñanza, dependiente de la visualización objetiva y ubicación en el espacio.

Del mismo modo, los objetivos específicos de aprendizaje van encaminados y dosificados a lo necesario de un dibujo técnico, *para* técnicos.

INTRODUCCIÓN

En general, el dibujo constituye un lenguaje gráfico que puede representar una idea abierta muy personal o, también, una idea abierta sujeta a normas y estándares especificados. Por lo tanto, el dibujo es un medio de comunicación indispensable que la humanidad ha utilizado a través de la historia, dibujando trazos sobre tierra o pintando geroglíficos que describían su cultura, hasta los dibujos computarizados que presentan el resultado de un avance que paulatinamente se fue desarrollando con el transcurso de los siglos, tanto como los diferentes idiomas hablados y escritos.

El dibujo abarca todo lo que se ve en virtud de que lo perceptible puede dibujarse. Nada que pueda ser visto es imposible de dibujar, y hasta detalles inalcanzables a nuestra vista pueden ser presentados gráficamente.

El hecho de representar mediante un dibujo una idea personal que se expresa con trazos lineales o con pintura, significa el dibujo de los artistas; en ocasiones es abstracto, y en otras, realista, aunque cada quien lo desarrolla con una técnica personal.

El dibujo técnico que se propone en la primera parte de este texto, es el que se establece bajo normas, estándares y sistemas recomendados por la American National Standards Association (ANSI) y por la United States of American Standards Institute (USASI).

Para lograr ubicarse en el dibujo técnico, es imprescindible adquirir una eficaz visualización sobre lo que se tenga que dibujar o interpretar.

La visualización consiste en que exista una congruencia práctica entre lo que se ve y se piensa de lo que se ha observado obviamente, para ello se necesita adquirir los conocimientos técnicos estandarizados del caso, a diferencia del dibujo artístico en donde la visualización carece de congruencia, ya que cada quien lo pueda interpretar de acuerdo con su propio criterio.

En el desarrollo industrial, el dibujo posee una importancia relevante. No se puede imaginar la construcción de un edificio, en el que cada piso requiere de detalles y especificaciones distintas sin la representación de un dibujo. Sería imposible pensar en la construcción de una máquina o un automóvil, en donde se tiene que fabricar cada una de las piezas con su inmennsa variedad de formas y tamaños o el ensamble de éstas sin un dibujo.

Para realizar la distribución e instalación eléctrica en alguna construcción o la conjunción de componentes en un circuito de algún aparato, es imprescindible un dibujo; de otra manera sería imposible representar esa idea. Lo amplio de nuestra expresión oral resulta insuficiente para describir en forma precisa lo que puede mostrar una expresión gráfica.

Con el fin de redondear el conocimiento del dibujo técnico de cualquier especialidad, hay que estar conscientes de que independientemente del técnico que dibuja, al que le toca interpretar (leer), difícilmente logrará efectuarlo con eficiencia si no aprendió primero a dibujar (escribir).

Caminar para correr.
Escribir para leer.
Dibujar para interpretar.
Dibujar para interpretar y diseñar.

CONTENIDO

PRÓLOGO 7

INTRODUCCIÓN 9

PRIMERA PARTE

CAPÍTULO 1. ESCRITURA TÉCNICA 19

Letras y letras 19
Importancia de las letras 19
Prácticas de letras 19
Tipos de letras 21
Sólo para zurdos 21
Separación y tamaños de letras 22
Prácticas 22

CAPÍTULO 2. TEORÍA Y FRACCIONAMIENTO DEL ESPACIO 27

Uso general de los ejes 27
Dimensiones 27
Espacio unidimensional 30
Espacio bidimensional 30
Espacio tridimensional 32
Espacio tetradimensional 32

CAPÍTULO 3. DIBUJO PICTÓRICO 33

Tipos de dibujos pictórico 33
Proyección axonométrica isométrica 34

Geometría general 35
Técnica para el croquizado de isometrías 37
Ejemplos 39
Trazado de superficies inclinadas 41
Trazado de superficies curvas y agujeros 41
Ejercicios 42

CAPÍTULO 4. TEORÍA DE IGUALDAD DE ÁNGULOS 47

Conceptos generales 47
El ángulo 47
Igualdad de ángulos 47
Ángulos opuestos por el vértice 51
Alternos y correspondientes 52
Prácticas 53
Análisis 53
Ejercicios 54

CAPÍTULO 5. USO DE INSTRUMENTOS DE DIBUJO 57

Tipos de papel y tamaños estándar 57
Sujeción de hojas 58
Lapiceros y puntillas 58
La regla T 60
Trazado de líneas horizontales para diestros 62
Trazado de líneas horizontales para zurdor 63
Las escuadras 63
Trazado de líneas verticales para diestros 64
Trazado de líneas verticales para zurdos 64
Uso de las escuadras 65
Ángulos estándar 68
Perpendiculares en ángulos 75
El transportador 75
El compás 77
Escalas 79
Escalas en el Sistema Métrico Internacional (Si) 80
Escalas métricas que se recomiendan 80
Escalas graduadas en pulgadas 81
Escalas graduadas en pies 83
Instrumentos auxiliares 83
Ejercicios 85

CAPÍTULO 6. ALFABETO DE LÍNEAS 91

Descripción de líneas 91
Línea de contorno visible 93
Línea de contorno oculto 93
Línea de centro 93
Líneas de extensión y acotación 93
Líneaas de plano de corte 93
Línea de seccionado 93
Línea de rotura larga 95
Línea espectral o fantasma 95
Línea de construcción 96

CAPÍTULO 7. CONSTRUCCIONES GEOMÉTRICAS 97

Trazado de la mediatriz de una recta 97
División de una recta en 3 partes iguales 98
Trazado de la bisectriz de un ángulo 98
Trazado de la bisectriz de un arco 99
Construcción de un ángulo igual a otro lado 99
Construcción de un triángulo equilátero 100
Construcción de un cuadrado 101
Construcción de un hexágono regular 101
Construcción de un pentágono regular 102
Construcción de un octágono regular 103
Construcción de cualquier polígono regular, dado un lado 104
Construcción para obtener el centro de un círculo 104
Construcción de un arco circular tangente a dos líneas 105
Construcción de un arco circular tangente a un círculo y a una recta 106
Construcción de un arco circular tangente a dos arcos dados 107
Secciones cónicas 108
Construcción de elipses 109
Construcción de una parábola 110

CAPÍTULO 8. TEORÍA DE LA PROYECCIÓN ORTOGONAL 115

Proyección ortogonal en el tercer cuadrante 115
Disposición de vistas 116
Nomenclatura de las vistas 116
Telaraña ortogonal 116
La caja de cristal 120

Sistema de eliminación de una dimensión ... 120
La línea de centro ... 123
Líneas ocultas ... 123
POA en segunda y tercera posiciones ... 128
Cantidad de vistas ... 128
Dibujos de una vista ... 128
Dibujos de dos vistas ... 129
Vistas medias y parciales ... 129
Vistas aumentadas ... 130
Prioridad de líneas empalmadas ... 130
Prácticas ... 131

CAPÍTULO 9. SISTEMA EUROPEO DE PROYECCIÓN ... 147

Ubicación del sistema europeo ... 147
Prácticas ... 149

CAPÍTULO 10. ACOTACIÓN ELEMENTAL ... 151

Unidades de medición ... 151
Convenciones generales sobre acotación ... 152
Reglas básicas de acotación ... 155
Acotación de ángulos ... 158
Acotación de radios ... 159
Acotación de diámetros ... 160
Acotaciones de localización ... 160
Pasos para acotar ... 162
Recuadro de información general ... 164
Descripción de cada uno de los datos ... 164

CAPÍTULO 11. DIBUJO DE MONTAJES SIMPLES ... 167

Procedimientos en el dibujo de montajes ... 167
Listado de elementos ... 168
Representación de roscas ... 168
Dibujo simplificado de roscas ... 168
Dibujo de montajes simples ... 170

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO 12. VISTAS AUXILIARES ... 179

Teoría de las vistas auxiliares ... 179
Obtención de una vista auxiliar ... 180

Ejemplos básicos de perpendicularidades en vistas auxiliares 182
La vista central y el inglete 182
Trazado correcto de una vista central 183
Trazado correcto del paralelismo 184
La vista auxiliar completa 184
La vista auxiliar parcial 184
Ejercicios 186

CAPÍTULO 13. SECCIONES 197

Clasificación de secciones 197
Sección completa 197
Para resumir los detalles anteriores 204
Tratamientos de sección completa 205
Ejercicios 213
Sección media 216
Sección irregular o parcial 216
Sección desviada 221
Sección girada 222
Las nervaduras en el seccionado 224
Las nervaduras en los giros 225
Sección transversal o fantasma 226
Secciones desplazadas 230
Sección auxiliar 231
Ejercicios 232

CAPÍTULO 14. ELEMENTOS DE SUJECCIÓN Y FIJACIÓN 239

Representación de roscas 239
Rosca métrica ISO 239
Designación para roscas unificadas de tornillo 243
Series de roscas para tornillo, unificada y americana 244
Clases de rosca para tornillo, unificada y americana 244
Roscas a derechas o a izquierdas 244
Tornillos de cabeza 245
Tornillos de máquina 246
Tornillos de opresores 247
Aerorrosca 248
Pernos roscados, tornillos y tuercas 248
Cuñas o chavetas 249

CAPÍTULO 15. DIBUJO DE ENGRANES 255

Engranes rectos 255
Dibujo de los dientes del engrane 262
Engranes cónicos 262

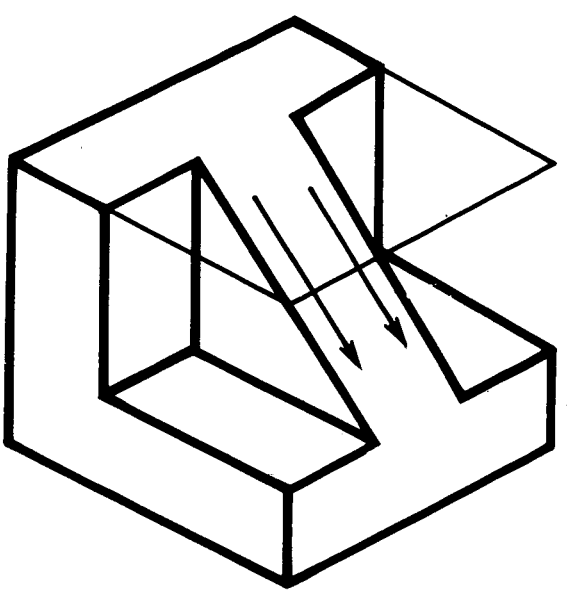
CAPÍTULO 16. ACOTACIÓN AVANZADA 265

Calidad de superficie 265
Tersura de la superficie 267
Especificación de las características de la calidad de la superficie 267
Detallado del símbolo actualizado 268
Tolerancias 268
Indicación de las tolerancias 269
Tolerancias exteriores e interiores 269
Tipos de ajustes 271
Tolerancias geométricas 272
Ejercicios finales 277

Apéndices de la primera parte 281

Bibliografía 287

PRIMERA PARTE



Capítulo 1

ESCRITURA TÉCNICA

LETRAS Y LETREROS

Un dibujo detallado, aparte de llevar representada de manera gráfica la forma y el tamaño del objeto, debe contener información complementaria de detalles que deben especificarse en forma escrita. Estas notas son escritas regularmente a pulso o a mano alzada y también pueden ser trazadas con plantillas. Las formas y técnicas del trazado de letras que se abarcarán en este capítulo, son para trazados a pulso.

IMPORTANCIA DE LAS LETRAS

La buena presentación de un dibujo constituye un factor fundamental para su buen entendimiento, ya que presentar la información escrita, uniforme en su tamaño, forma y ordenada debidamente en su distribución sobre el plano, proporciona una estética más agradable al dibujo y, por lo tanto, facilita la labor de quien tenga que interpretarlo.

Para todos son muy conocidas las formas en general de cada una de las letras del alfabeto, sólo que existe el problema que una letra se puede modificar en varias formas; por ejemplo en la figura 1.1 se muestran las letras mayúsculas A y G trazadas con línea sencilla.

Caer en el problema que muestra la figura 1.2 provoca desuniformidad y, por lo tanto, baja la calidad del dibujo. En este capítulo se trabajará con la forma de letras y números que especifican las normas ANSI en su fracción Y-14.22; el primer ejemplo de A y G en la figura, corresponde a esas normas.

PRÁCTICAS DE LETRAS

Si se pretende dominar el trazado de letras y números según las normas, la manera más conveniente de lograrlo es con ejercicios de letras trazadas a mano, inicialmente sobre papel cuadriculado y después en renglones sin cuadrícula.

Las prácticas que se efectuarán al respecto conllevan un objetivo que debemos

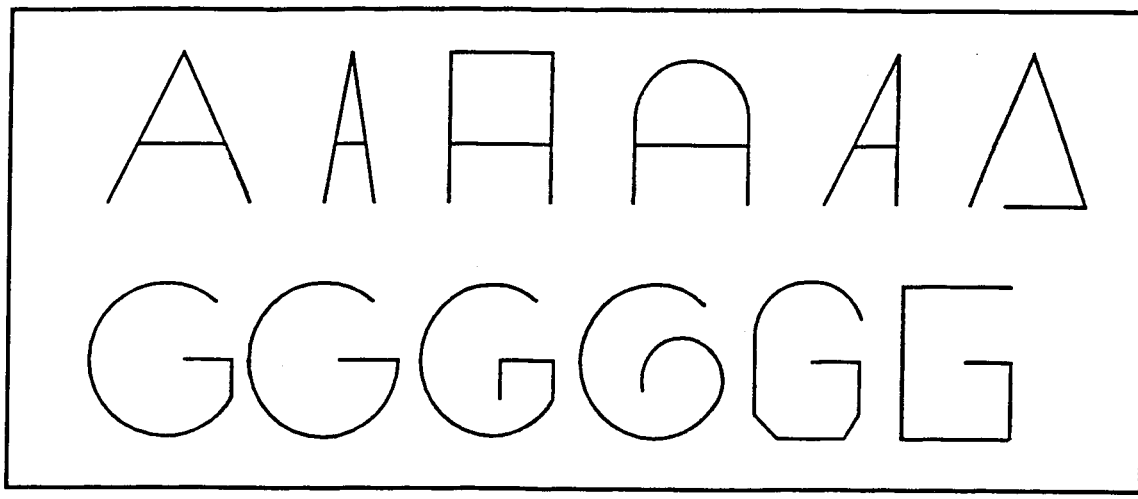


Figura 1.1. Variaciones en la forma de las letras

comprender de la siguiente manera: No vamos a escribir letras, vamos a dibujarlas.

Independientemente de que estos ejercicios nos van a ubicar en el tipo de letra que usaremos en nuestros dibujos, nos servirán para adiestrar nuestro pulso que se requiere en el trazado que se utilizará en el siguiente tema: el dibujo pictórico.

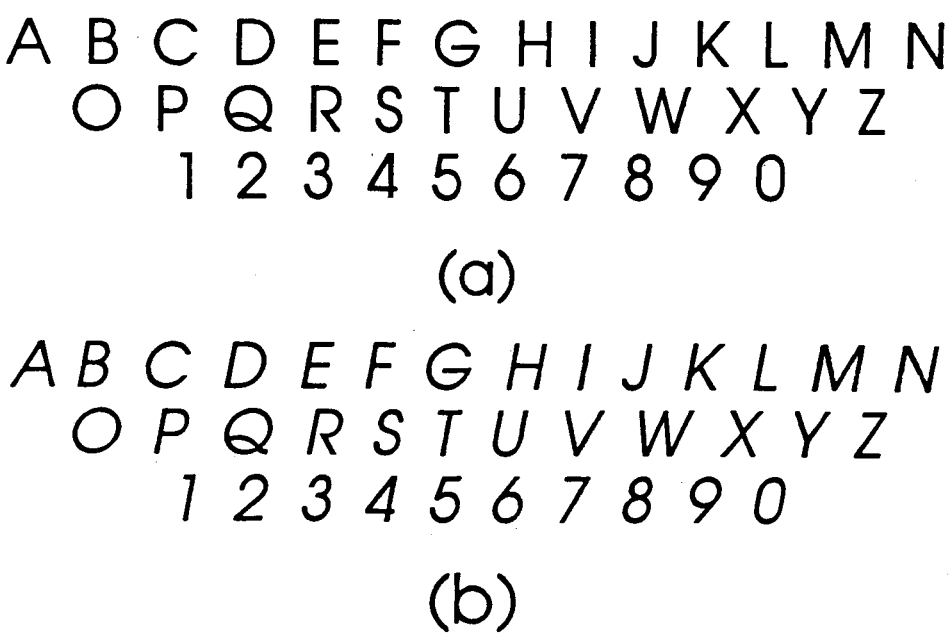


Figura 1.2. Estándar de letras verticales (a) e inclinadas (b)

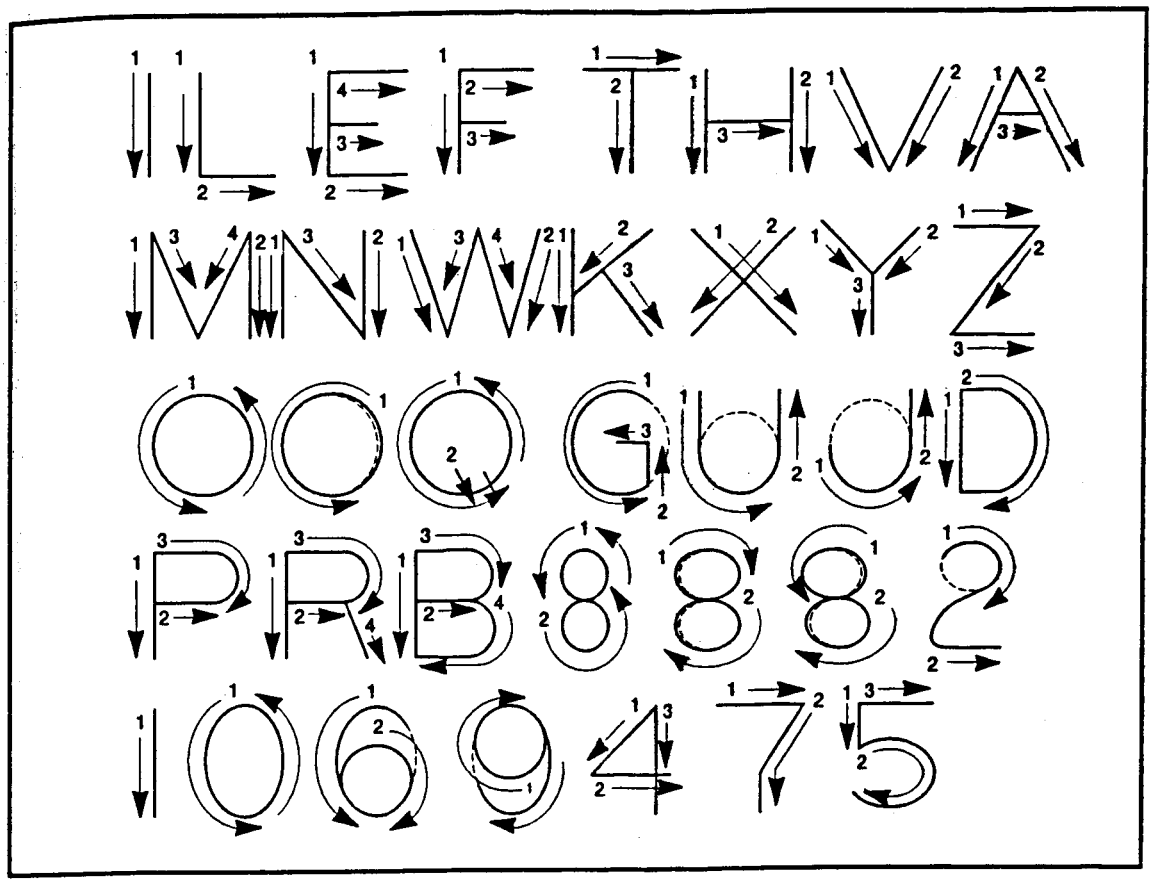


Figura 1.3. Números y letras mayúsculas verticales

TIPOS DE LETRAS

En la figura 1.2 se muestra las letras y números en su forma vertical e inclinada. No se incluye la forma de letras minúsculas, pues no son muy recomendables. La práctica de letras y el uso de las mismas en los dibujos de este texto, se limitará a las mayúsculas verticales.

La figura 1.3 es un muestrario que indica letras dibujadas donde se indica el orden de trazado que se debe seguir. De la I a la H se inicia con trazos verticales y horizontales. De la V a la Z se combinan trazos verticales, horizontales e inclinados. De la O a la B se construyen con base en una circunferencia combinando trazos rectos. Del número 8 en adelante la construcción está basada en elipses combinados con trazos rectos.

SÓLO PARA ZURDOS

El sistema de trazo especificado en la figura anterior fue presentado para personas que usan la mano derecha (diestros) para escribir. Esto se les dificulta a

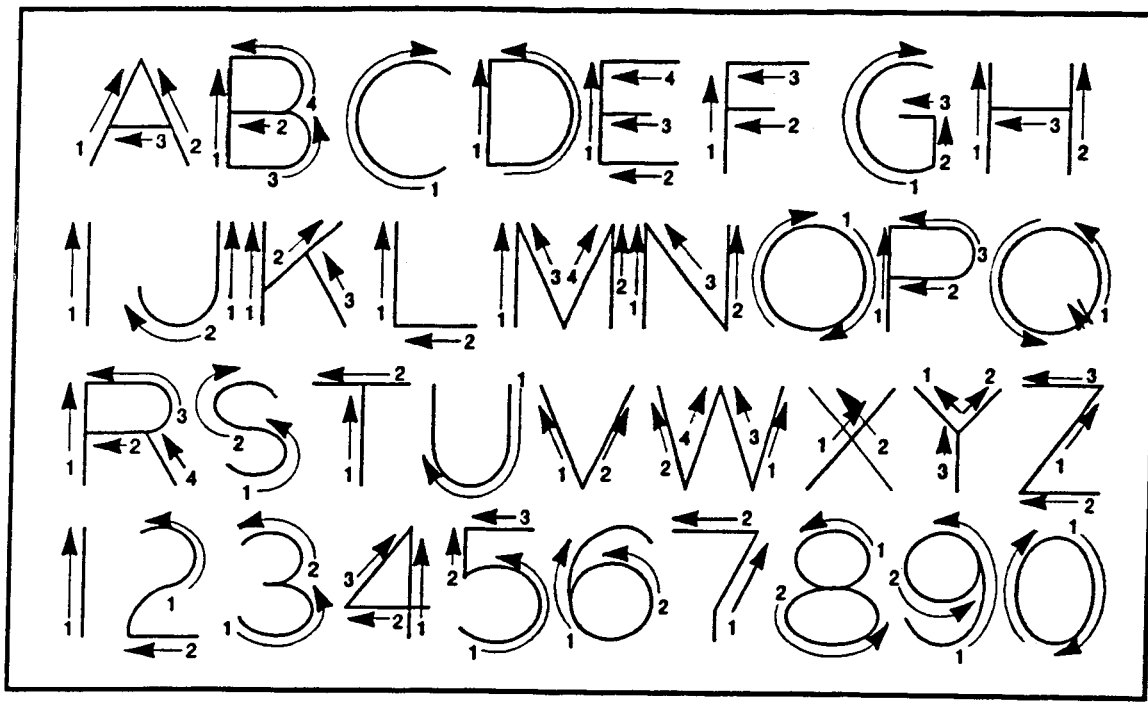


Figura 1.4. Sistema de trazo de letras para zurdos

los zurdos por la simple y sencilla razón de que los diestros, al escribir van alejando la mano a su cuerpo; en tanto que los zurdos la van acercando. Esta situación provoca que su mano oculte parcialmente el trabajo que ha hecho, haciéndole más difícil la unión de los trazos y la conservación de la uniformidad. En la figura 1.4 se exponen algunas variaciones que facilitan el trazado de letras para zurdos.

SEPARACIÓN Y TAMAÑOS DE LETRAS

En realidad no existen normas específicas a este respecto; sin embargo existen recomendaciones importantes que a continuación se muestran.

La figura 1.5 muestra errores comunes en la separación de letras, provocadas por una confusión visual en las formas.

Es también muy importante cuidar la uniformidad en altura. Esto se facilita con renglones tenues (figura 1.6).

PRÁCTICAS

Reproducir los letreros de la figura 1.7 en hoja de papel bond, con el fin de practicar la forma, tamaño y espaciamiento de letras.

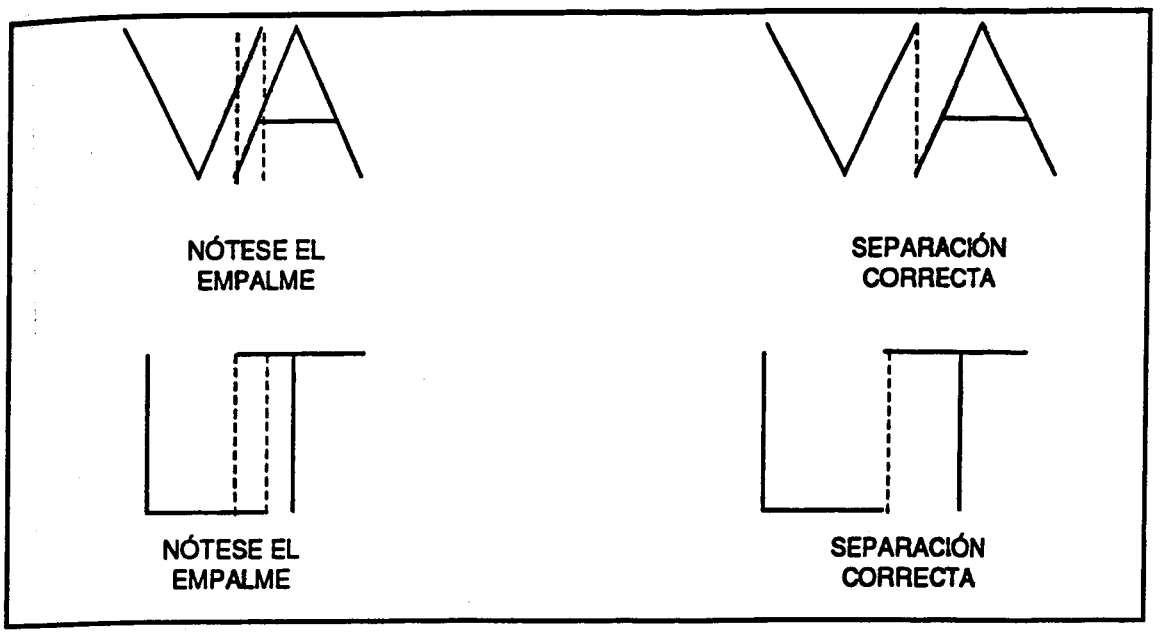


Figura 1.5. Separaciones

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

ESCUELA DE TÉCNICOS

Figura 1.6. Renglones

PRACTICAS

ESTAS SON TIPOS DE

PRACTICAS INICIALES

RECOMENDABLES 7mm²

CARLOS R SARMIENTO M

CARLOS R SARMIENTO M

CARLOS R SARMIENTO M

415840 415840 415840

415840 415840 415840

415840 415840 415840

415840 415840 415840

DIBUJO TECNICO MECANICO

DIBUJO TECNICO MECANICO

DIBUJO TECNICO MECANICO

DIBUJO TECNICO MECANICO

PRACTICAS

Capítulo 2

TEORÍA Y FRACCIONAMIENTO DEL ESPACIO

Cuando se pretenda dibujar cualquier cosa sobre alguna superficie, debemos tener la suficiente imaginación y, por consiguiente, visualización para convencernos y afirmar que en cualquier superficie o papel, se pueden dibujar figuras planas y cuerpos sólidos, esto equivaldría a dibujar hacia dentro y hacia fuera de la superficie.

Con el fin de que se comprenda esta teoría, imaginemos que la superficie sobre la que vamos a dibujar es un espacio infinito que hay que fraccionar, como se muestra en la figura 2.1.

USO GENERAL DE LOS EJES

Administrar el espacio sobre el que vamos a dibujar abre la mente a la comprensión visual de lo que se tenga que dibujar hacia adentro, hacia afuera, en dos o en tres dimensiones, etc.

La figura 2.2 muestra una combinación de usos y razonamientos aplicados al fraccionamiento del espacio.

DIMENSIONES

Para ubicar un objeto o figura en los ejes anteriormente expuestos y, por lo tanto, dibujarlos es imprescindible analizar las dimensiones que contienen lo que queremos dibujar. Este análisis consistiría en determinar "cuántas" y "cuáles" son las dimensiones que compondrían nuestro dibujo.

Si pensamos en un objeto sólido, estamos imaginando algo que contiene anchura, altura y profundidad; es decir, un objeto tridimensional. Lo anterior se muestra muy sencillo pero, ¿conocemos realmente lo que es tridimensional?

El objetivo principal de este capítulo consiste en resolver esta duda, por medio

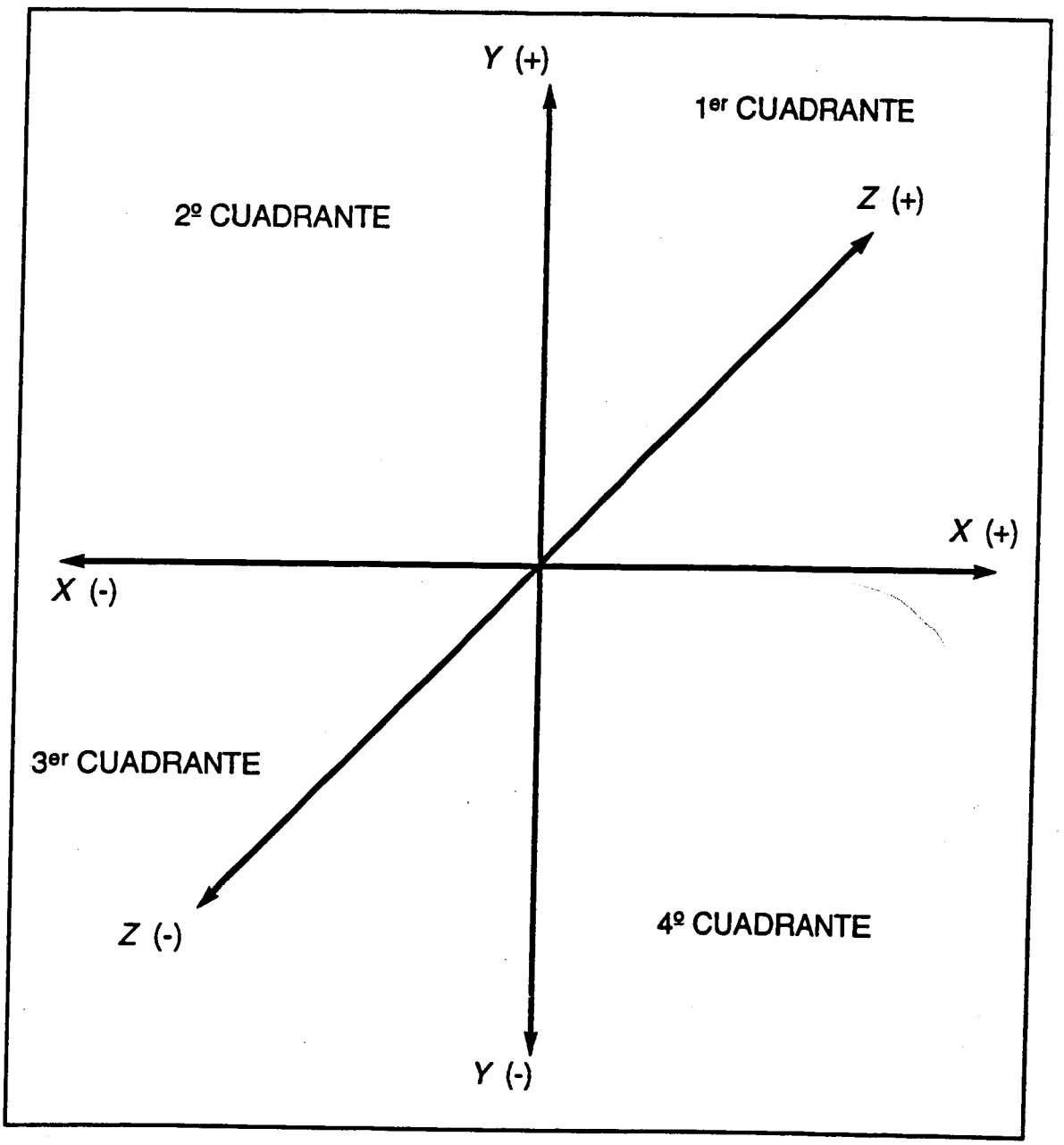


Figura 2.1. Ejes para fraccionar el espacio

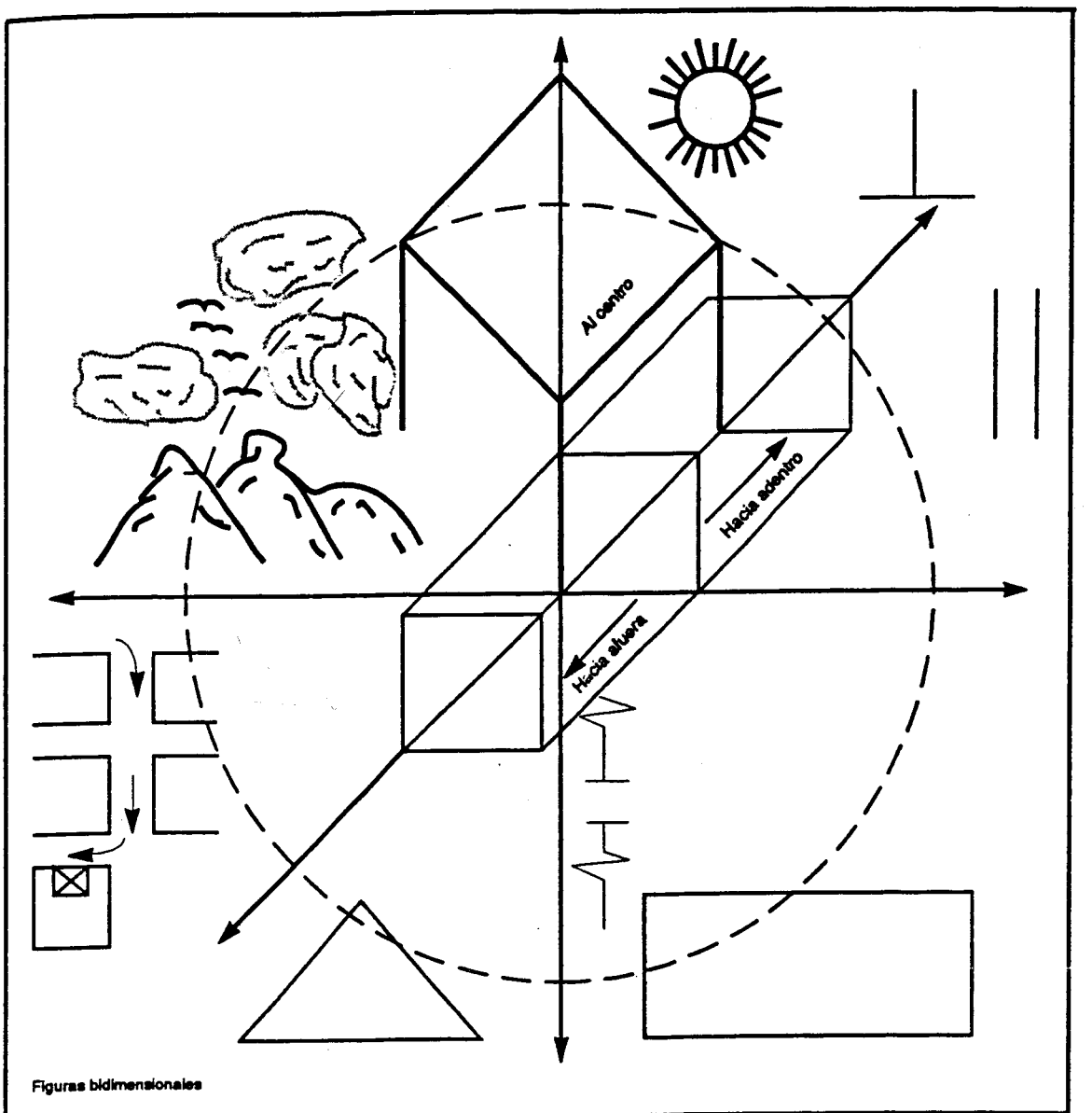


Figura 2.2. Combinación de usos en ejes

de la teoría del espacio. Para lograrlo, necesitamos analizar lo que estaría antes del espacio tridimensional y lo que estaría después; es decir, analizar lo unidimensional, bidimensional, tridimensional y tetradimensional o teoría de la cuarta dimensión.

ESPACIO UNIDIMENSIONAL

Este consistiría en algo que tenga anchura, pero que carezca de altura y profundidad; en algo que tenga altura pero que carezca de anchura y profundidad o en algo que tenga profundidad, pero que carezca de anchura y altura. Tratar de buscar algo con alguna de estas características, sería imposible de encontrar. No existe lo unidimensional y no se puede dibujar.

Alguien pudiera pensar que la mínima expresión geométrica, que es "el punto", sería lo único unidimensional existente; sin embargo, el dibujo de un punto debe contener forzosamente anchura y altura cuando menos.

ESPACIO BIDIMENSIONAL

Este puede pensarse como algo que contenga sólo dos de las tres dimensiones conocidas; por ejemplo, algo que contenga sólo ancho y alto, pero que carezca de profundidad (una línea recta o un cuadrado).

Aparentemente, un cuadrado es un objeto bidimensional; sin embargo, al respecto se antoja una pregunta: ¿alguien ha tocado o sentido realmente entre sus manos algo plano, sin profundidad, como se supone que es un cuadrado? Si separáramos de la hoja el dibujo del cuadrado, nos daríamos cuenta que la tinta con que se trazó es realmente la profundidad que contiene, convirtiéndose en un prisma.

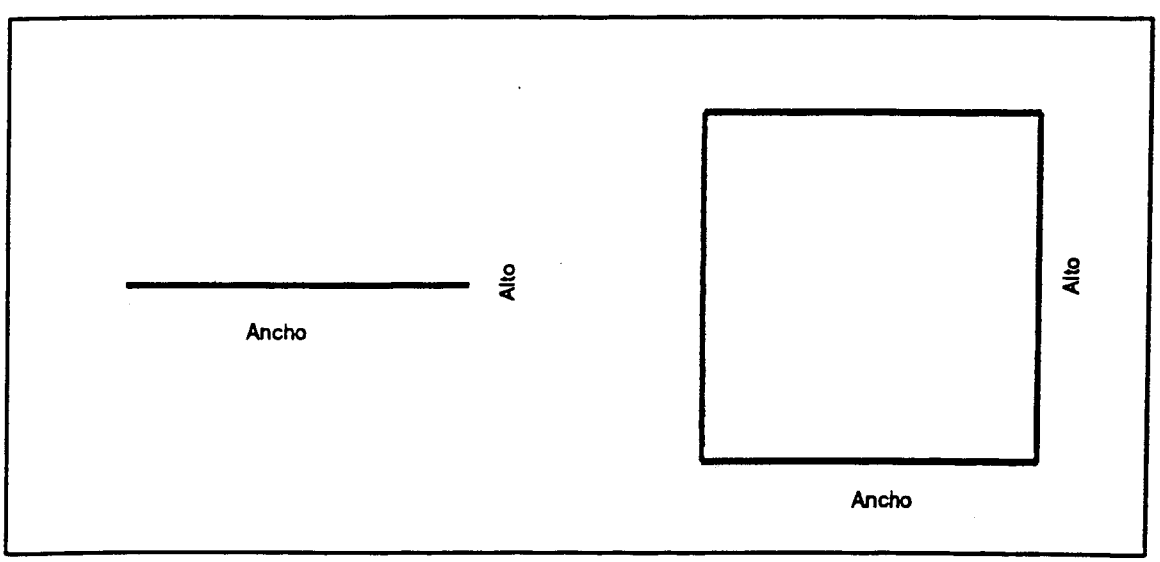


Figura 2.3. Figuras bidimensionales

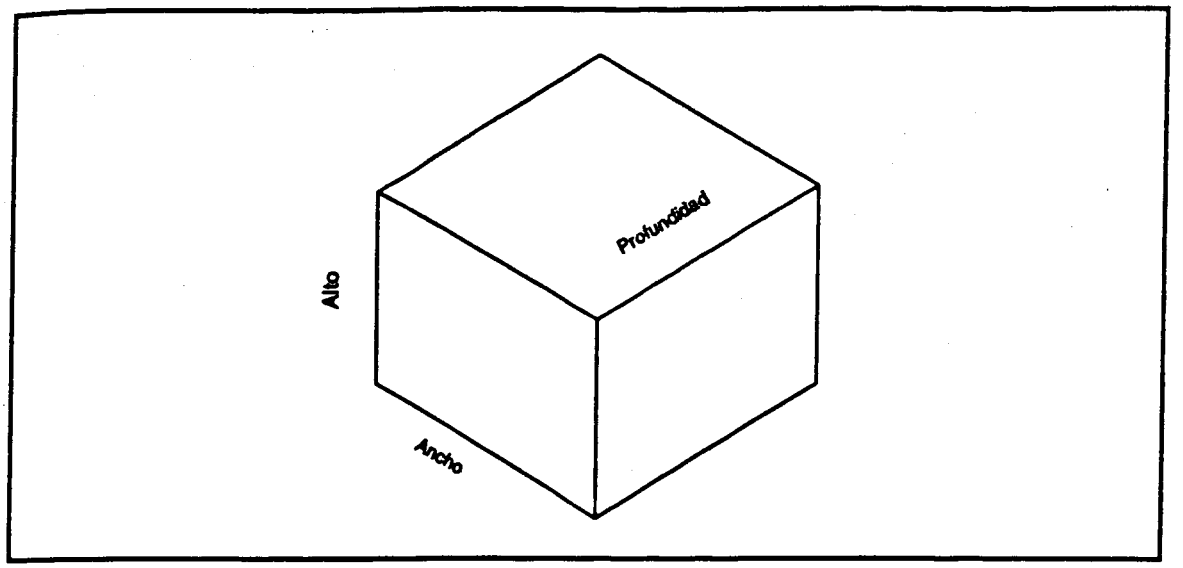


Figura 2.4. Dibujo tridimensional

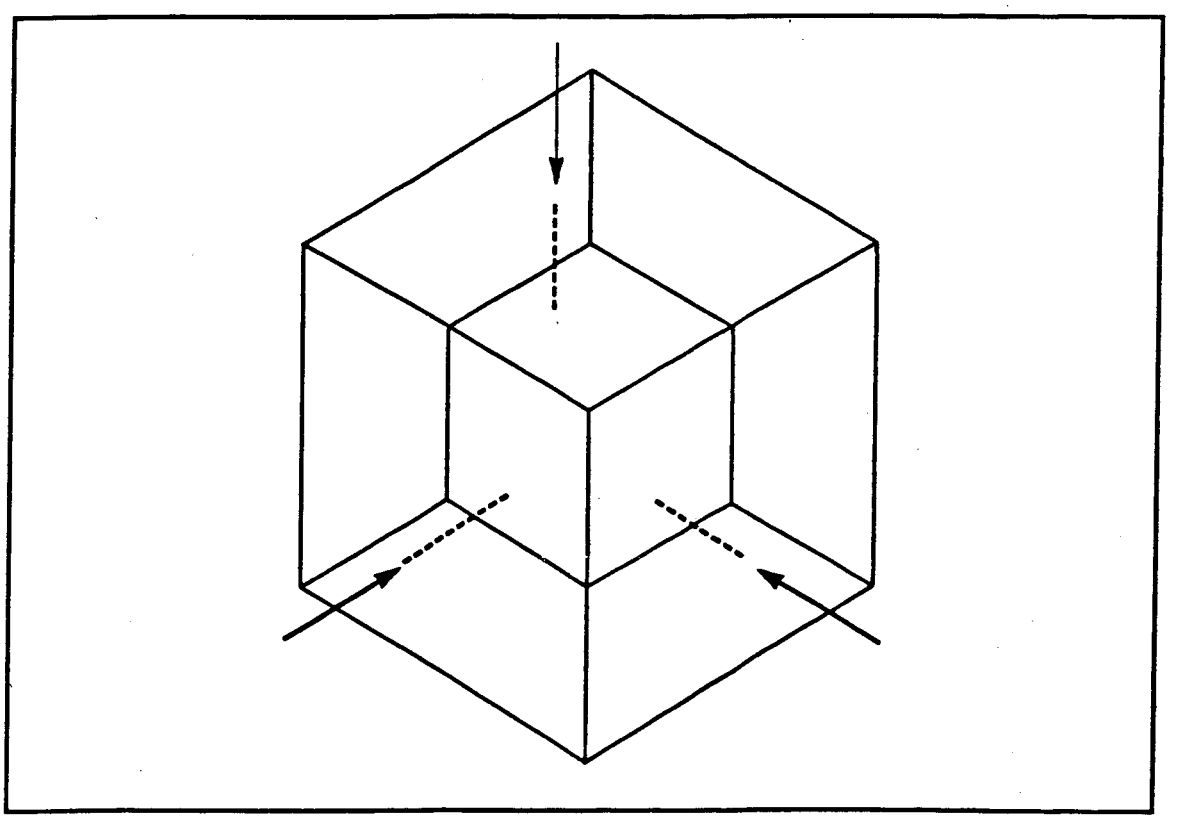


Figura 2.5. Teoría de la cuarta dimensión

Lo bidimensional no existe, pero sí se puede dibujar. Sea que este dibujo se estampe con líneas, con sombra o con iluminación, lo que se forme será una gráfica que se ubique en algo tridimensional; si lo tocamos, estaremos palpando algo de 3 dimensiones.

ESPACIO TRIDIMENSIONAL

Nosotros estamos encerrados en un mundo tridimensional. Todo lo existente al alcance de nuestra vista y nuestra mente contiene anchura, altura y profundidad; en general, todo y todos somos tridimensionales.

El cubo es el objeto que más claramente muestra la ubicación de las tres dimensiones existentes. Cualquier objeto que imaginemos podemos trasladarlo dentro de un cubo y, por lo tanto, ubicar sus tres dimensiones, que forman seis caras. Éstas serán analizadas posteriormente.

ESPACIO TETRADIMENSIONAL

La comprensión de este espacio, conocido como la teoría de la cuarta dimensión, se dificulta también por el hecho de que rebasa por completo las dimensiones que existen para nosotros.

La cuarta dimensión consistiría en una proyección a 90° de cada una de las dimensiones existentes, esto equivaldría a pensar en dos cuerpos sólidos que ocupen el mismo espacio. ¿Inexistente? ¿Analizar el espacio en función del tiempo? Estamos encerrados en tres dimensiones, por lo que no podemos juzgar más allá de lo que conocemos.

Capítulo 3

DIBUJO PICTÓRICO

DIBUJO A MANO ALZADA

Los conocimientos más importantes del dibujo técnico de iniciación van enfocados a las prácticas de uso de instrumentos, combinadas éstas con construcciones geométricas y los conocimientos y ejercicios de teoría de descripción de la forma. Sin embargo, antes de que se inicien las prácticas detalladas con instrumentos, es importante que el estudiante realice dibujos a mano alzada, con una técnica específica.

Las prácticas detalladas con instrumentos que posteriormente se cubren en este texto, van dirigidas hacia el dibujo de esquemas, obtenidos con base en un sistema de proyección o en un seguimiento de construcción geométrica.

El dibujo pictórico que se muestra en este capítulo está basado en la representación de un objeto, de manera exacta como se muestra ante el ojo del observador, croquizado a pulso bajo la técnica de trazado de un ángulo específico en cuadrícula.

TIPOS DE DIBUJO PICTÓRICO

Los dibujos pictóricos son prácticamente dibujos ilustrativos de una sola vista. El

Tipos de dibujo pictórico		
Proyección axonométrica	*Proyección oblicua*	*Proyección en perspectiva*
• Isométrico	• Caballera	• Paralela
• Dimétrico	• Gabinete	• Angular de 2 puntos
• Trimétrico		• Angular de 3 puntos

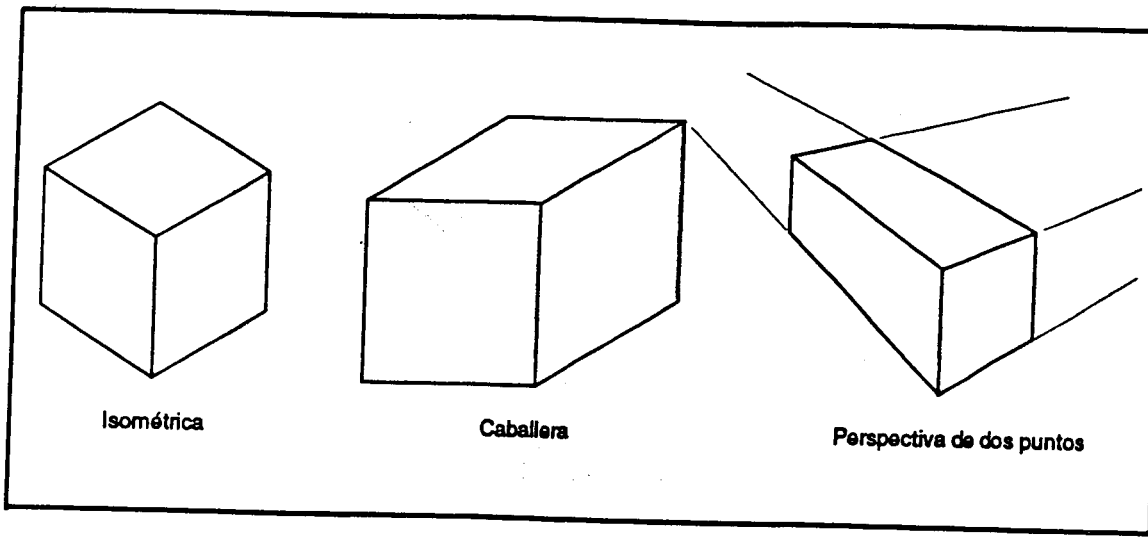


Figura 3.1. Tipos de dibujo pictórico

cuadro sinóptico de la página anterior muestra la variedad que hay en ese tipo de dibujo. Analizaremos sólo tres, para luego enfocar nuestras prácticas, en el que más convenga a nuestro dibujo técnico.

En la figura de arriba se muestra, con base en un cubo, un tipo de dibujo de cada una de las tres proyecciones del pictorismo.

PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA ISOMÉTRICA

El dibujo isométrico es el que más se adecua a las necesidades del dibujo técnico mecánico. Lo anterior con base en que un dibujo ilustrativo debe mostrar tres de las seis caras existentes, dos no convén-

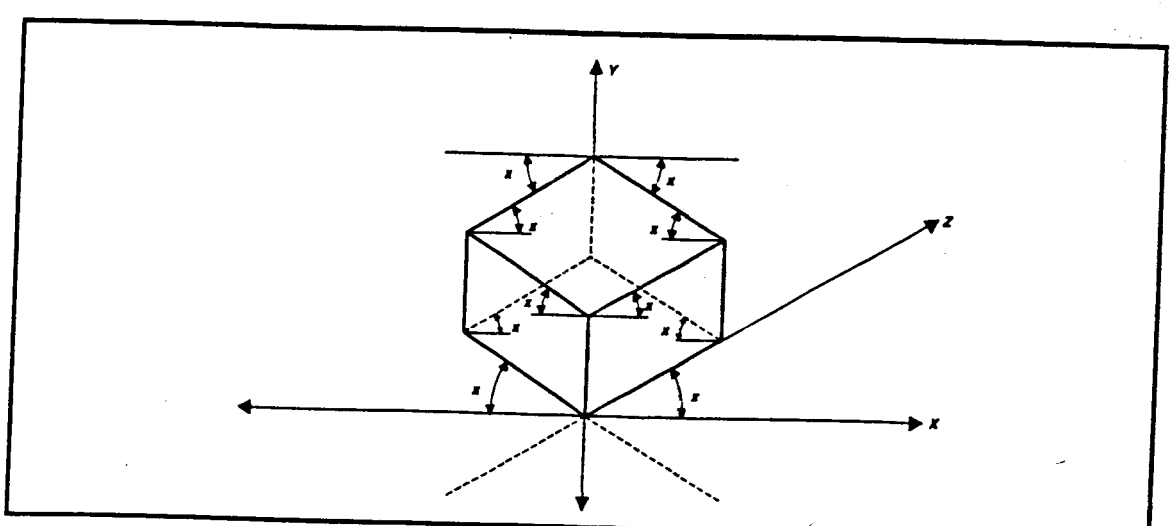


Figura 3.2. Cubo en proyección isométrica sobre los ejes del fraccionar

dría y cuatro no se podría; sin embargo, el isométrico muestra por igual las tres caras. El dibujo de proyección oblicua caballera muestra muy clara una cara, pero las otras dos las distorsiona en la profundidad.

El dibujo de proyección en perspectiva es, teóricamente, el más realista por la reducción del tamaño que muestra, pero se presta a la exageración. Al dibujo isométrico se le llama de esa manera porque todas las inclinaciones que lo abarcan van al mismo ángulo.

GEOMETRÍA GENERAL

Si queremos dibujar objetos basándonos en la proyección axométrica isométrica y utilizando una técnica específica para croquizarlos a pulso, debemos estar conscientes de que cada parte que compone la forma de un dibujo, parte de una construcción geométrica de figura o de cuerpo. Por lo anterior debemos memorizar, comprender y analizar los siguientes cuadros geométricos.

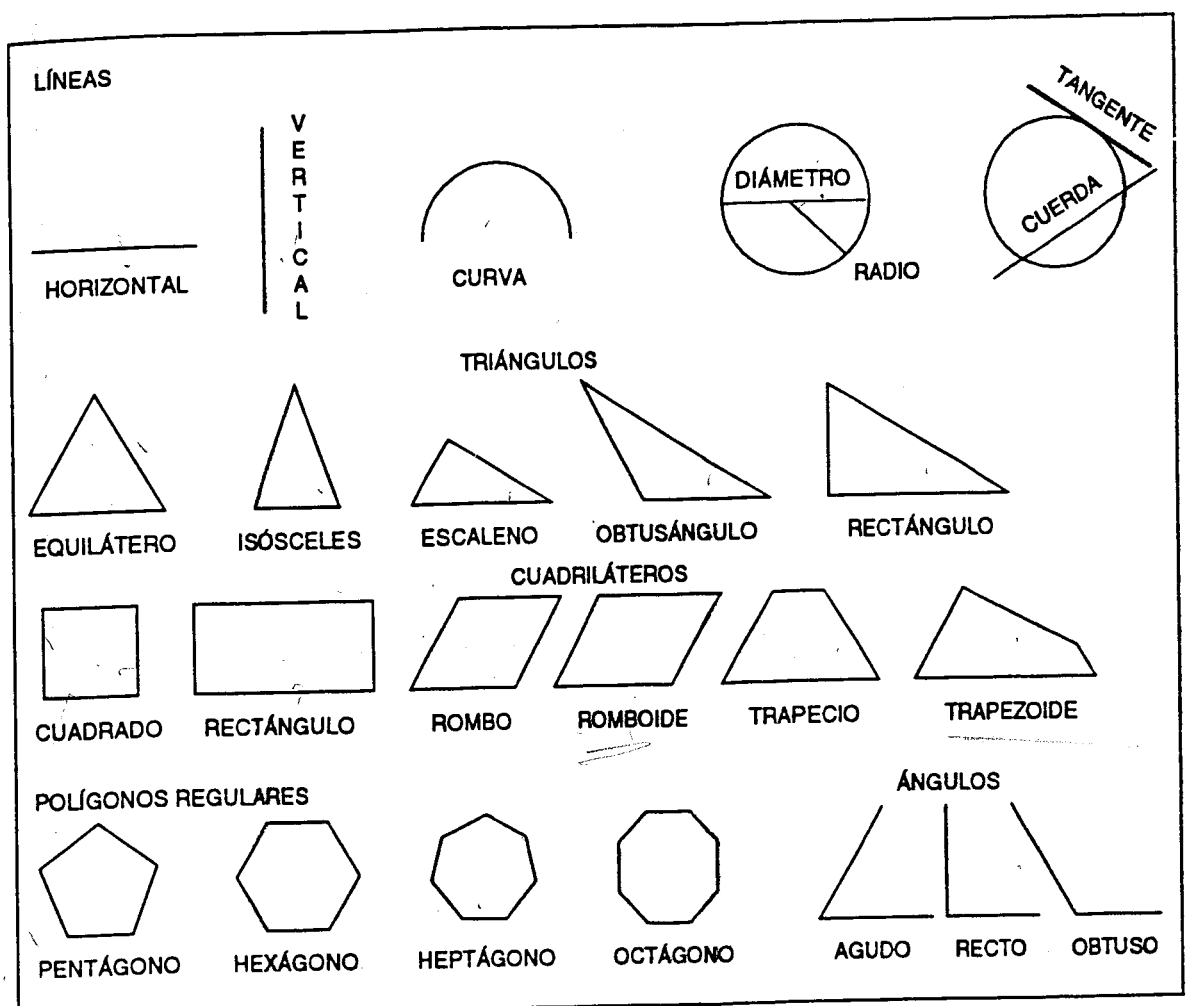


Figura 3.3. Cuadro de formas geométricas

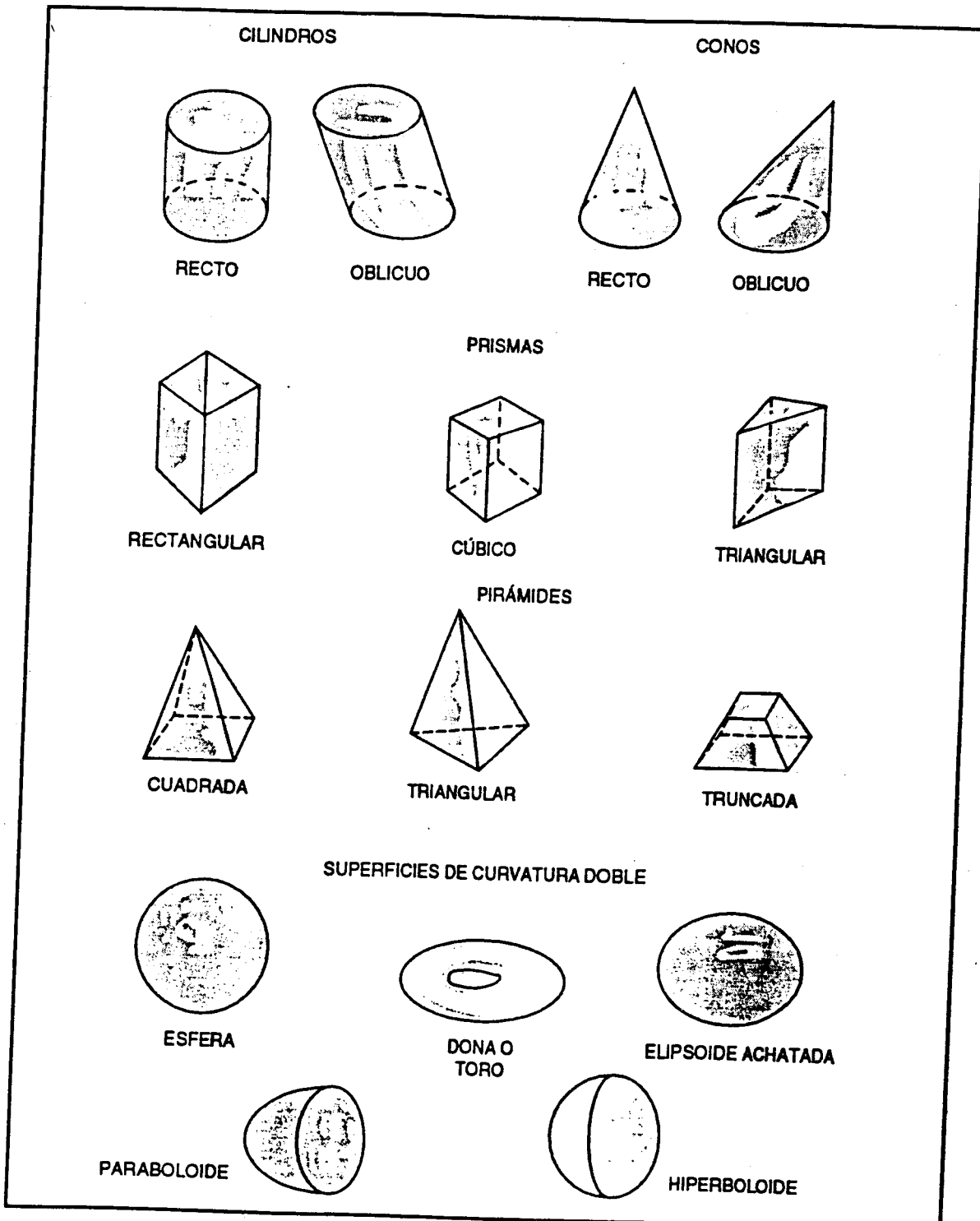


Figura 3.4. Cuadro de cuerpos sólidos geométricos

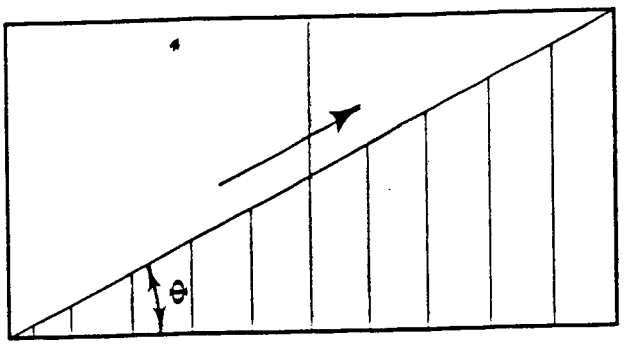


Figura 3.5. Triángulo rectángulo

TÉCNICA PARA EL CROQUIZADO DE ISOMETRÍAS

Para realizar dibujos isométricos a pulso, hay que determinar cómo se van a trazar las angulaciones en forma precisa y uniforme.

Con ese fin analicemos la figura 3.5 desde un enfoque matemático.

En la figura 3.5 tenemos dos cuadrados que unidos forman un rectángulo y que al trazar una recta desde la esquina inferior izquierda hasta la esquina superior derecha, se forma un triángulo rectángulo.

Analicemos y calculemos mediante una función trigonométrica el ángulo indicado en la figura de abajo.

Para ejercer un trazado práctico en nuestros ejercicios, podríamos concluir del cálculo trigonométrico anterior que cruzando dos cuadros se obtiene un

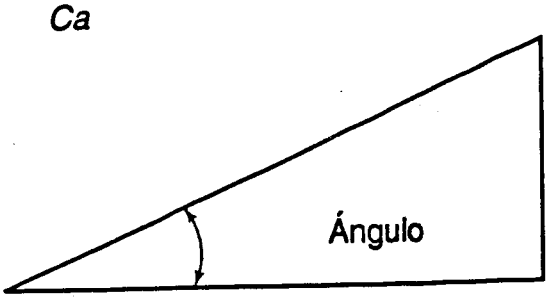
$$\text{TANGENTE } \phi = \frac{Co}{Ca}$$

$= 1/2 = 0.5$

$\text{Tan}^{-1}\ 0.5$

$= 26.5^{o}$

$\varnothing = 26.5^{o}$



Co
(Cateto opuesto)
1 (un cuadro)

Ca (Cateto adyacente)
2 (dos cuadros)

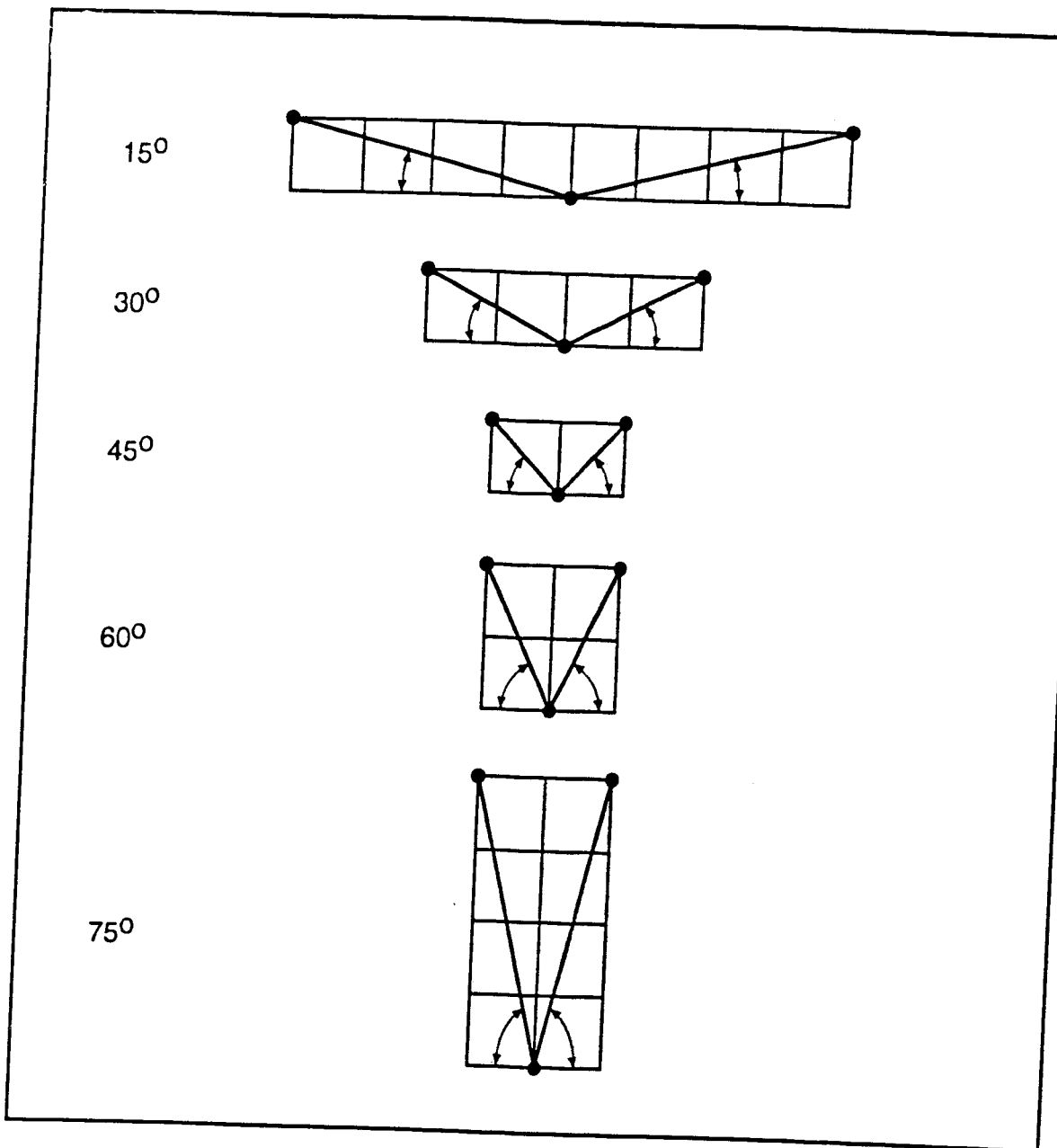


Figura 3.6. Ángulos sobre cuadrícula

ángulo de 26.5° pero, para redondear, ubiquémoslo en 30°. El ángulo de 30° es el más adecuado para usar en nuestros dibujos, pero conviene conocer más variedad de ángulos que se pueden obtener cruzando determinado número de cuadritos en posición horizontal o vertical como se muestra en la figura 3.6.

Ejemplos

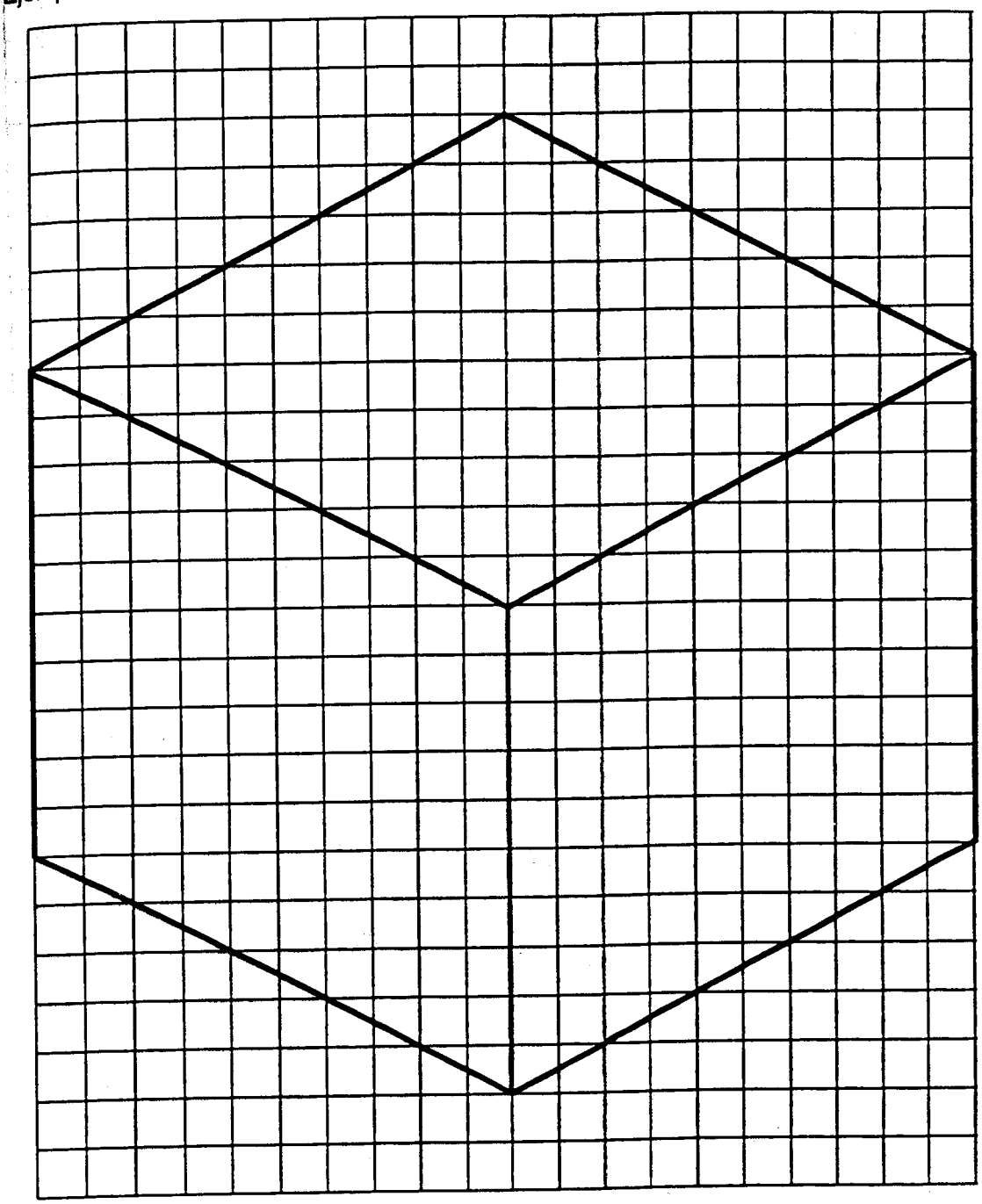


Figura 3.7. Cubo de 10 X 10 X 10 cuadros a 30°

Ejemplo

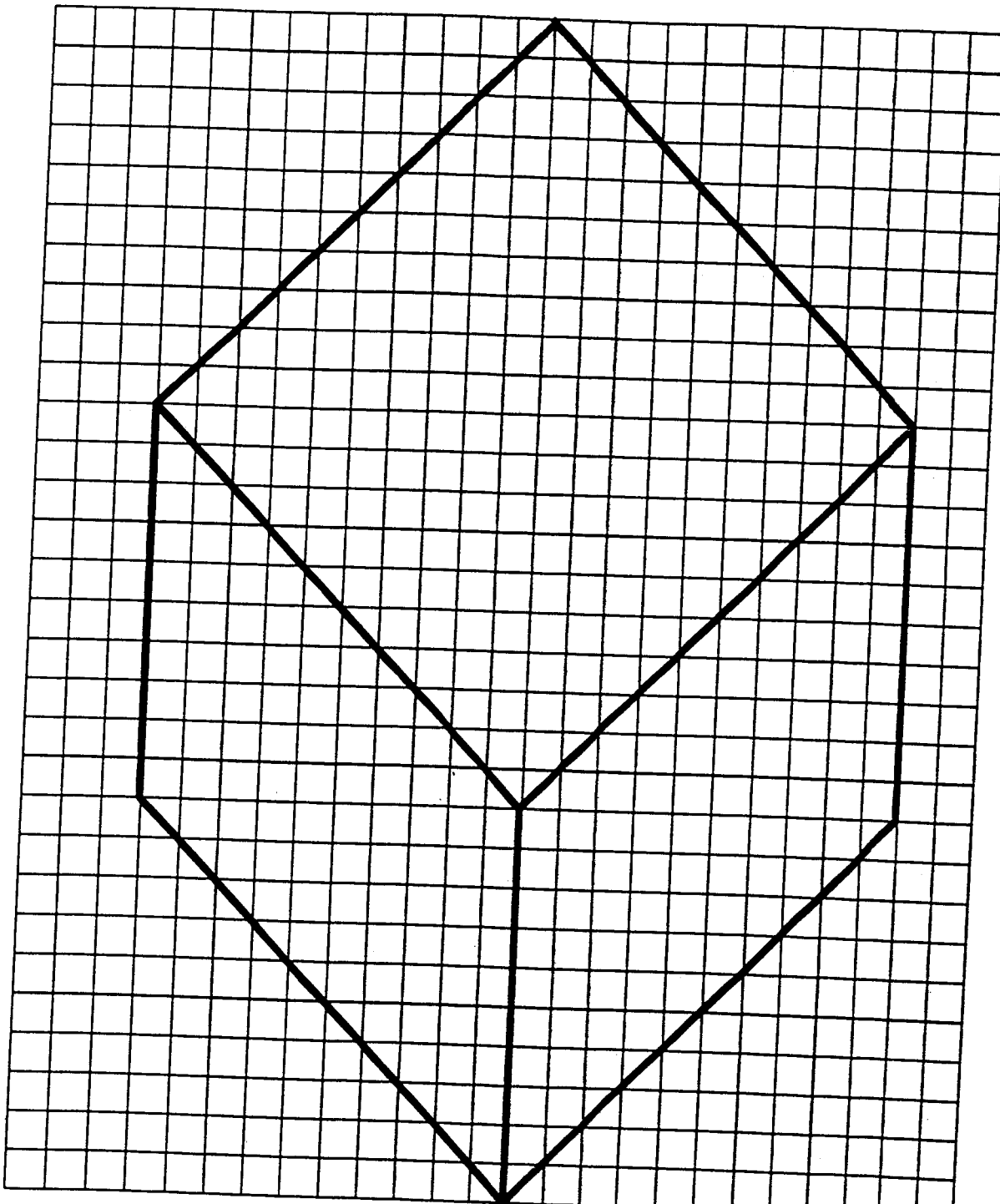


Figura 3.8. Cubo de 10 X 10 X 10 cuadros a 45º

TRAZADO DE SUPERFICIES INCLINADAS

Al realizar una isometría a 30° las superficies planas del objeto se dibujan en posición inclinada debido a la forma geométrica de esta técnica. Cuando se dibuja una real superficie inclinada debe recurrirse al siguiente sistema:

Para ubicarnos en el croquizado de cualquier pieza, primero tenemos que limitar las dimensiones mayores en un prisma cúbico; posteriormente dibujar a 30° las superficies planas, respetando las alturas verticales, con el fin de localizar los puntos iniciales y finales de la superficie inclinada; por último, se unen a pulso estos puntos, donde ya no cabe la técnica de 30° ni ninguna específica de trazado en cuadrícula.

TRAZADO DE SUPERFICIES CURVAS Y AGUJEROS

Al igual que en las superficies inclinadas, las superficies curvas no se pueden trazar con alguna de las técnicas específicas de unión de cuadros. Lo que sí se puede hacer con la técnica de 30° es ubicar el cen-

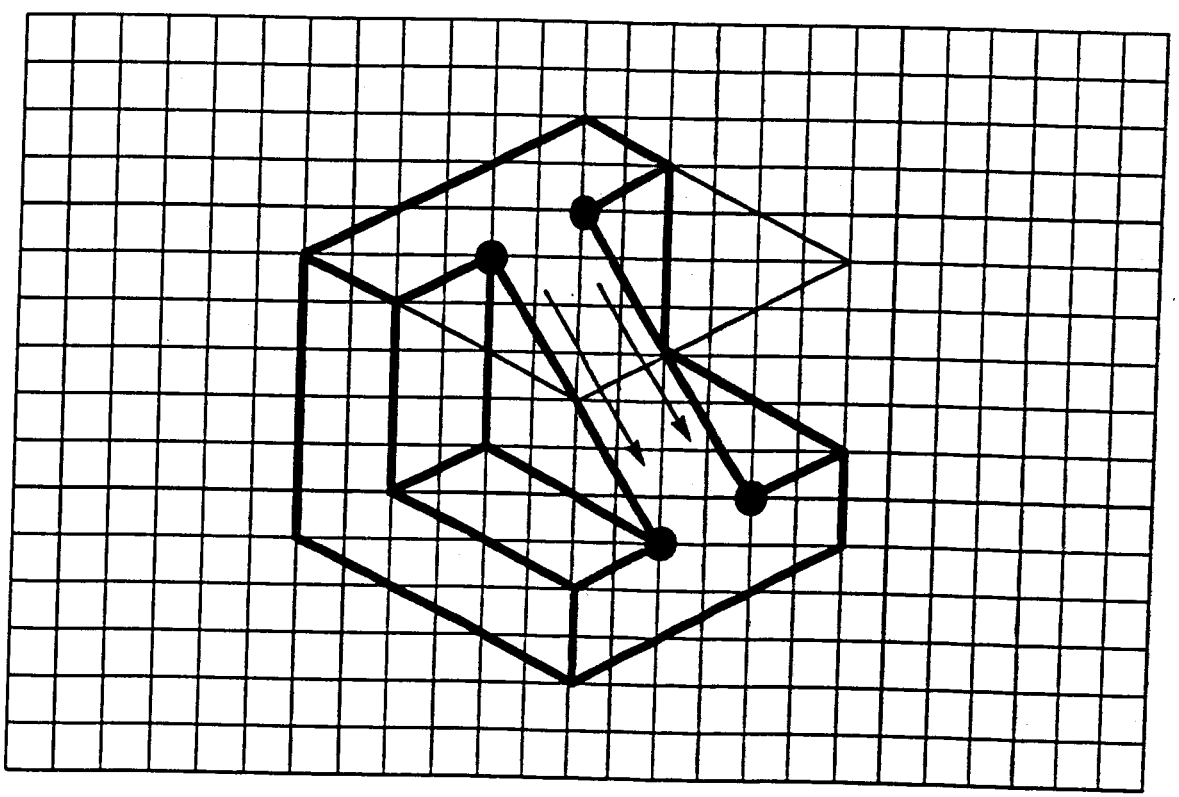


Figura 3.9. Trazado de superficies inclinadas

tro de la curva o agujero y limitar su tamaño con líneas de eje o de centros para luego marcar sobre ellas los puntos de unión que se trazarán a pulso, cuidando la estética en la forma del objeto. Esto nos dará como resultado figuras elípticas, parabólicas y de cicloides (formas ovaladas).

EJERCICIOS

Para practicar el sistema de trazado a pulso visto en este capítulo, se prepararon 24 figuras para croquizarlas bajo las siguientes condiciones:

1. Se trazarán sobre hojas de papel cuadriculado de 7 mm, tamaño carta.
2. Deberán ser trazados totalmente a pulso.
3. Se trabajarán en proyección isométrica a 30°.
4. El tamaño de las figuras se realizarán al doble de los "cuadritos" que se indica para cada dimensión en las mismas; esto para facilitar el trazado, ya que en la técnica de 30° se contaría de dos en dos "cuadritos".
5. Para cada figura se tendrá que trazar inicialmente un prisma cúbico que abarque las dimensiones mayores del objeto; después se realizarán los cortes necesarios a partir del prisma.
6. Se recomienda terminar las figuras con un trazo firme y oscuro, dibujando como máximo dos figuras por hoja.

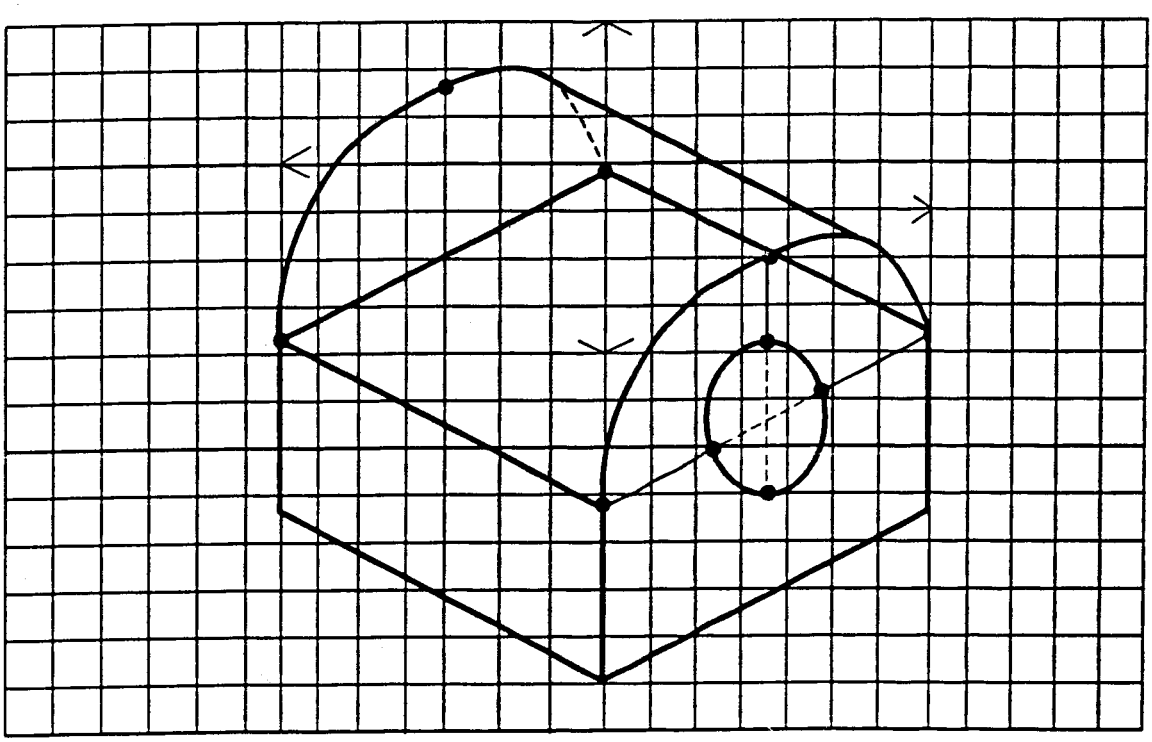
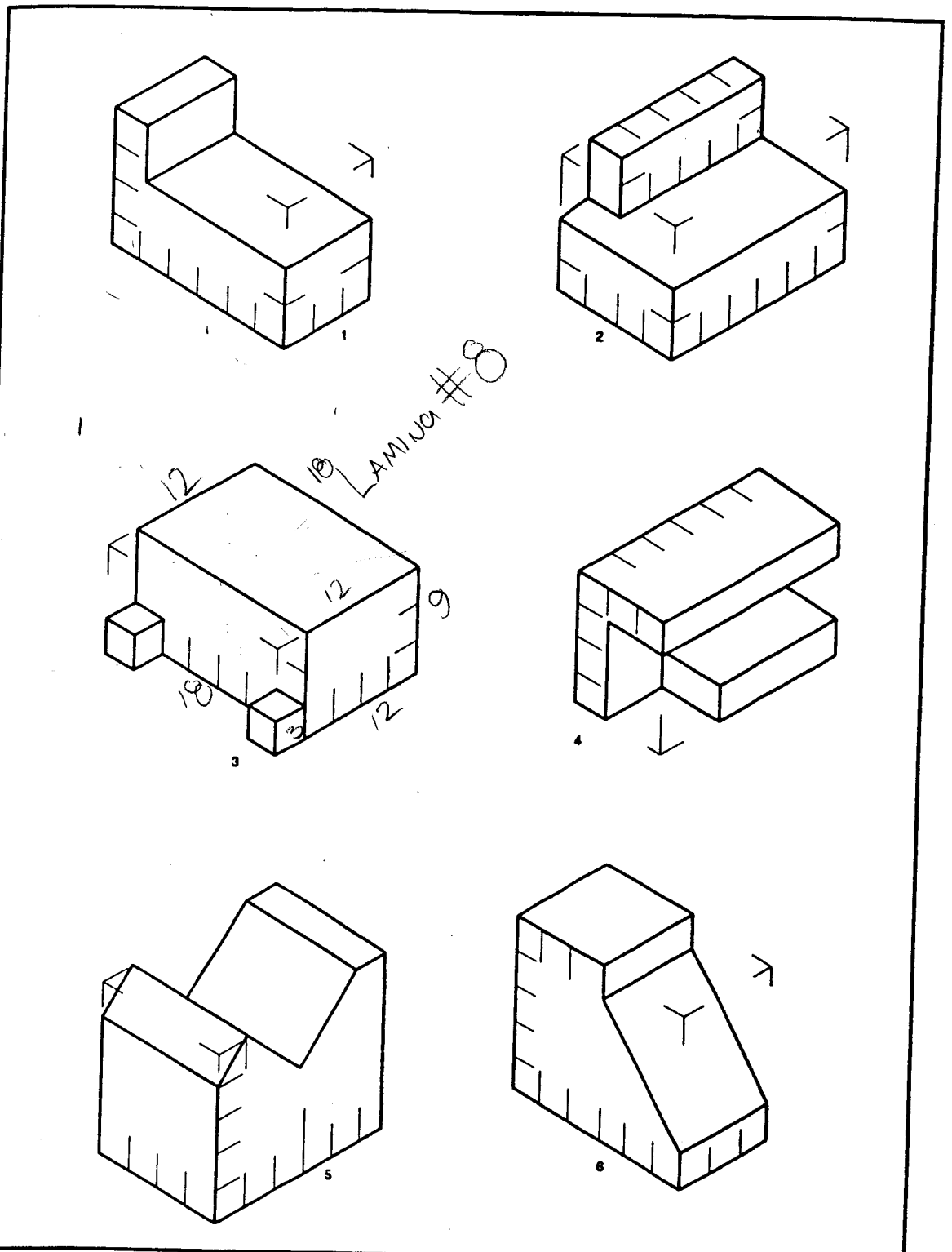
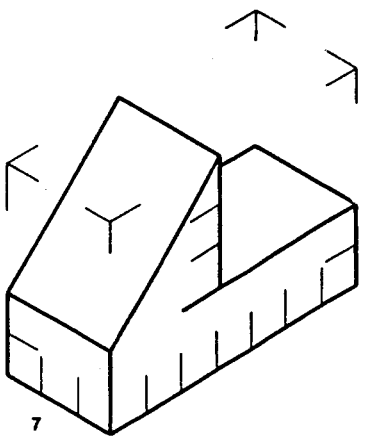
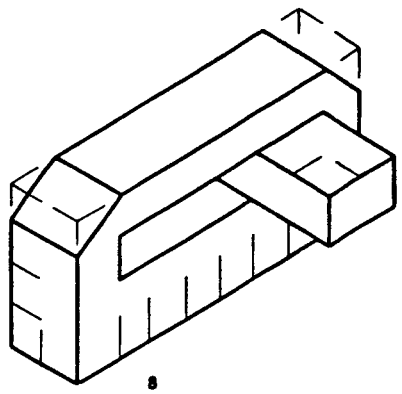


Figura 3.10. Trazado de superficies curvas y agujeros

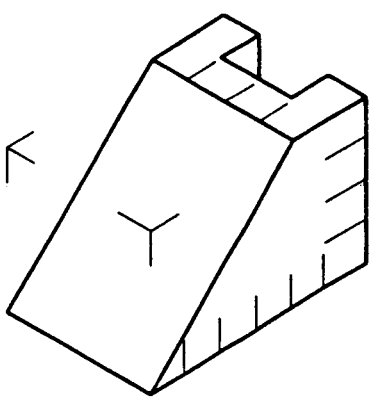

1
2
LAMINA #8
12
10
12
9
10
12
3
4
5
6



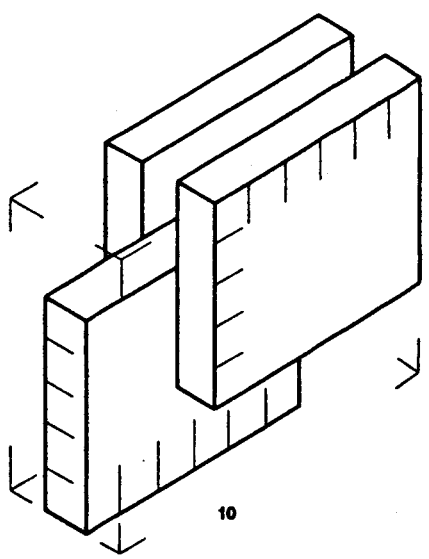
7



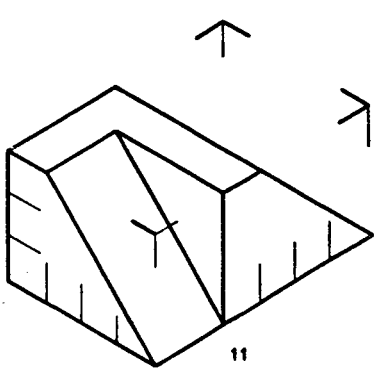
8



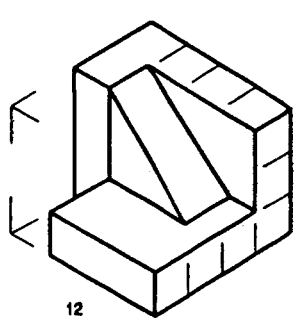
9



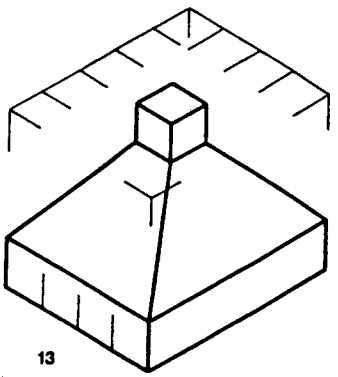
10



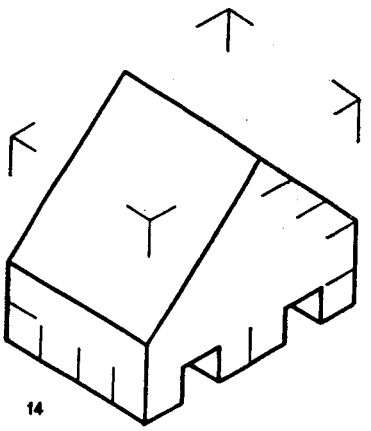
11



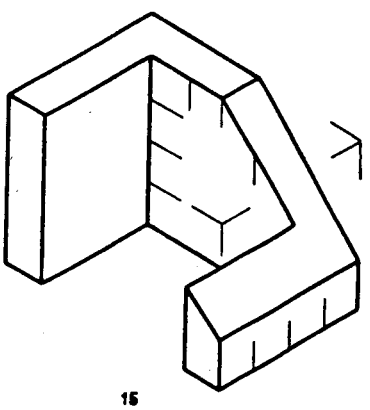
12



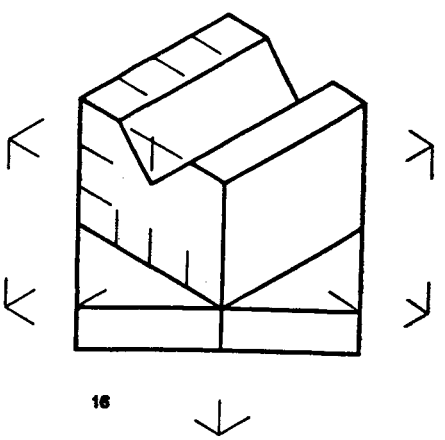
13



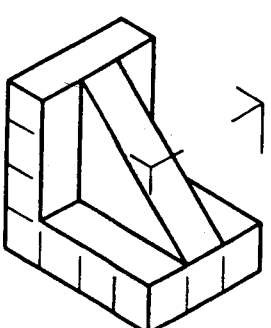
14



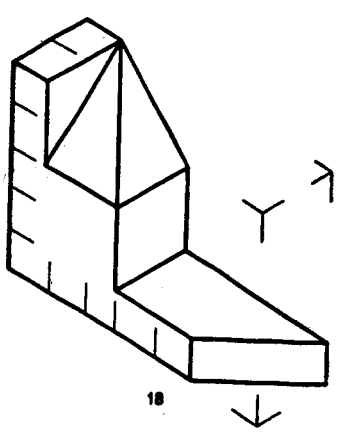
15



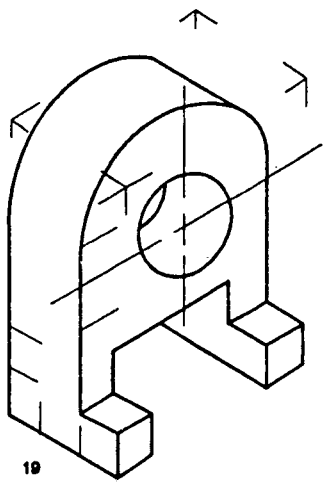
16

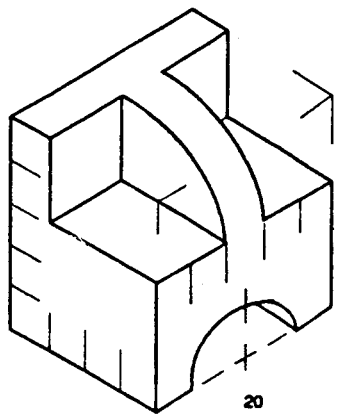


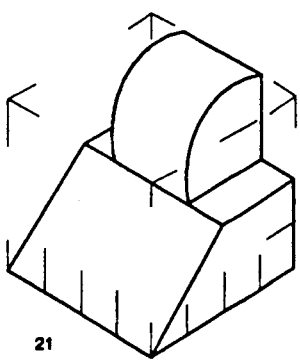
17

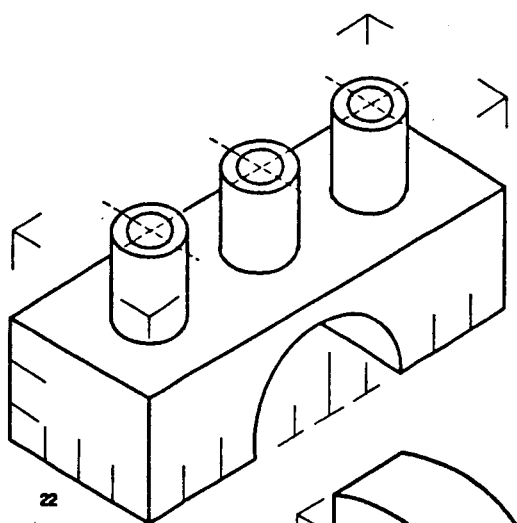


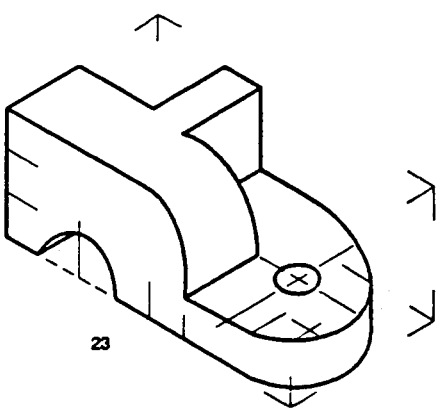
18

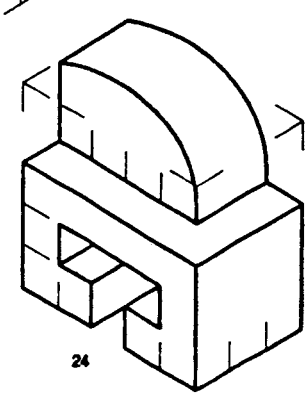

19


20


21


22


23


24

Capítulo 4

TEORÍA DE IGUALDAD DE ÁNGULOS

Aunque este tema pertenece al área de matemáticas no podemos desligar al dibujo de ésta, ya que en conceptos fundamentales de ubicación (fraccionamiento del espacio) o de prácticas geométricas, se requiere de mucha comprensión matemática.

Si queremos aprender a usar las escuadras y el transportador, necesitamos recordar este tema, para aplicarlo prácticamente en el siguiente capítulo. Este recordatorio se basará en teoremas, nomenclatura, clasificaciones y prácticas elementales de la teoría de igualdad de ángulos.

CONCEPTOS GENERALES

En el cuadro de figuras geométricas (figura 3.3) visto en el capítulo anterior, se mostró como clasificación de ángulos, a las formas del agudo (menor de 90°) recto (de 90°) y obtuso (mayor 90°).

En este tema volveremos a recordarlos para comprender la nomenclatura que se usa al sumar dos ángulos y obtener alguno en especial como 90°, 180° o 360°. La figura 4.1 muestra esos ejemplos y otros conceptos fundamentales.

EL ÁNGULO

Antes de entrar en el análisis de la igualdad de ángulos, examinemos el ángulo, tomando a éste como una figura con partes, símbolo de abreviación y nombre propio, como lo muestra la figura 4.2.

IGUALDAD DE ÁNGULOS

La figura 4.3 muestra dos líneas paralelas, cruzadas por una diagonal. Forma dos vértices (X-Y), con cuatro ángulos cada uno, en cada línea horizontal (V - W, K - Z).

Analicemos estos ocho ángulos, partiendo de la teoría de que los ángulos

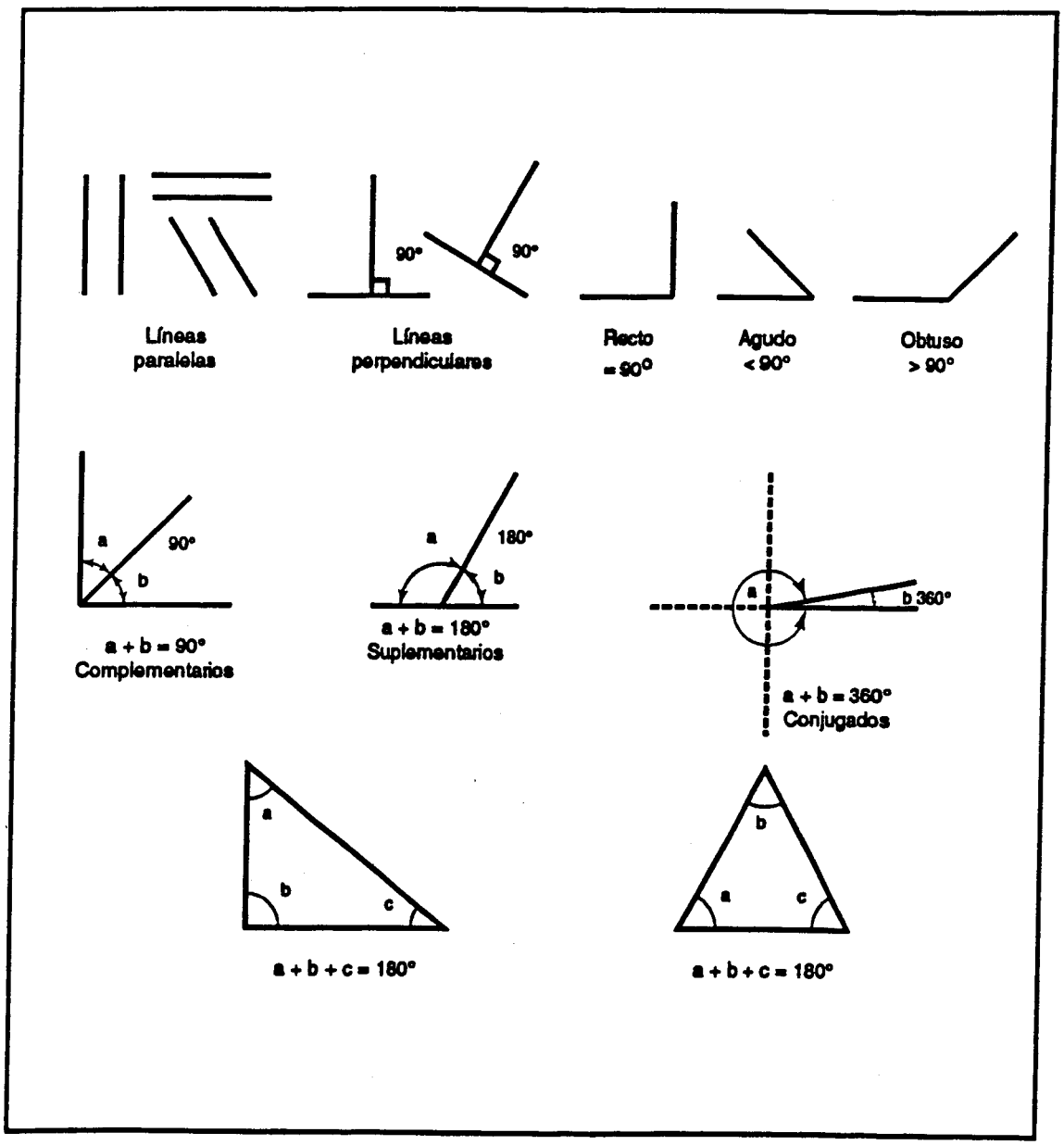


Figura 4.1. Conceptos generales

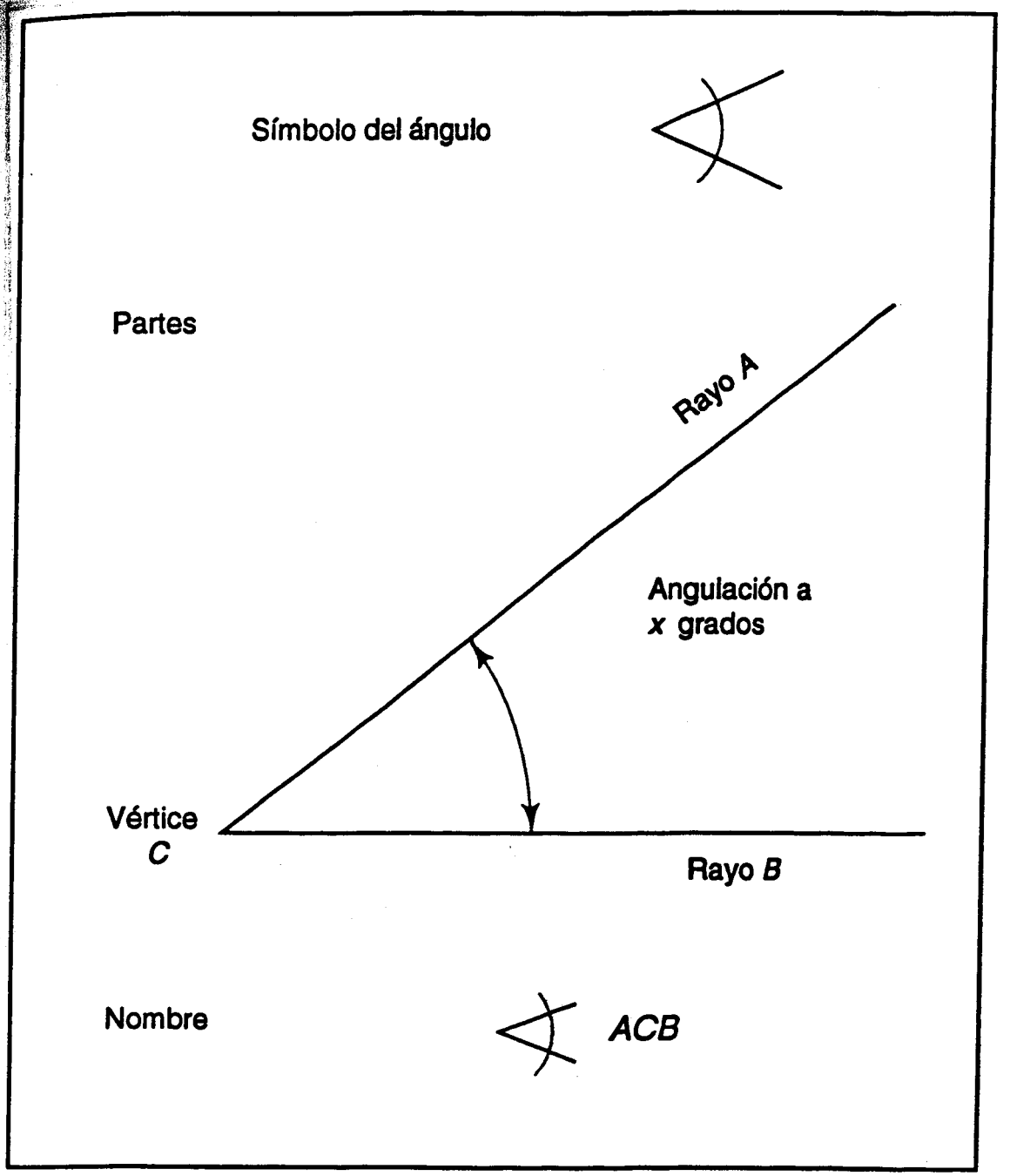
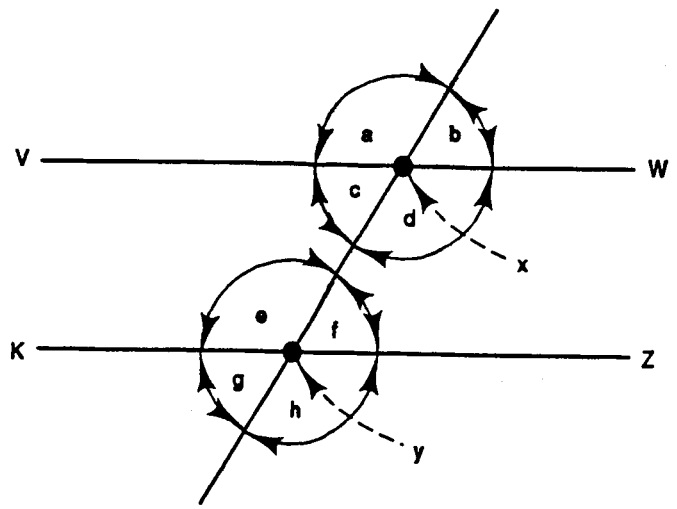


Figura 4.2. Descripción de un ángulo



Opuestos por el vértice	Alternos internos
$\measuredangle a = \measuredangle d$ $\measuredangle b = \measuredangle c$ $\measuredangle e = \measuredangle h$ $\measuredangle f = \measuredangle g$	$\measuredangle c = \measuredangle f$ $\measuredangle d = \measuredangle e$
Alternos externos	**Correspondientes**
$\measuredangle a = \measuredangle h$ $\measuredangle b = \measuredangle g$	$\measuredangle a = \measuredangle e$ $\measuredangle b = \measuredangle f$ $\measuredangle c = \measuredangle g$ $\measuredangle d = \measuredangle h$

Figura 4.3. Igualidades

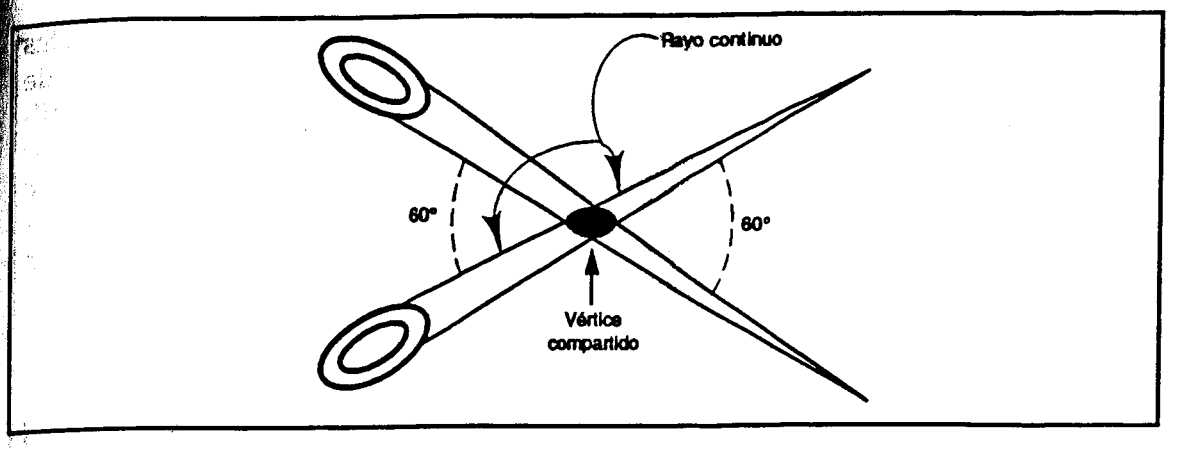


Figura 4.4. Ejemplo de la tijera

opuestos por el vértice son iguales. También se muestran otras tres formas de igualdad.

ÁNGULOS OPUESTOS POR EL VÉRTICE

Es muy fácil afirmar esta teoría, pero para comprobarla y, por consiguiente, comprenderla, recurriremos a un ejemplo muy práctico: "las tijeras". Si el mango lo abro 60°, las puntas se abren 60°, si cierro el mango, las puntas se cierran.

No hay que confundir los ángulos opuestos por el vértice con ángulos de vértices empalmados, que no necesariamente son iguales, como se muestra en la figura 4.5. Los ángulos iguales serían los punteados.

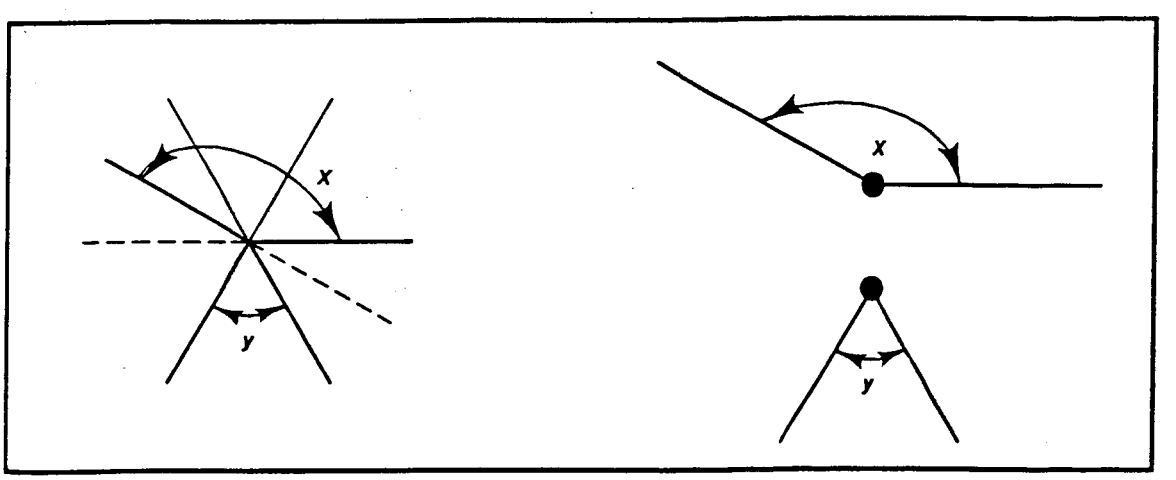


Figura 4.5. Ángulos diferentes con vértices empalmados

ALTERNOS Y CORRESPONDIENTES

Para comprender la igualdad en estos ángulos, sólo debemos visualizar que si juntamos las líneas paralelas horizontales de la figura 4.3, como se muestra en la figura 4.6, en los ángulos correspondientes hay un empalme de los cuatro ángulos de arriba con los cuatro de abajo que fácilmente demuestra la igualdad (A). Por otra parte, los ángulos alternos interno y externos demuestran su igualdad, quedando opuestos por el vértice al realizar dicho empalme (B).

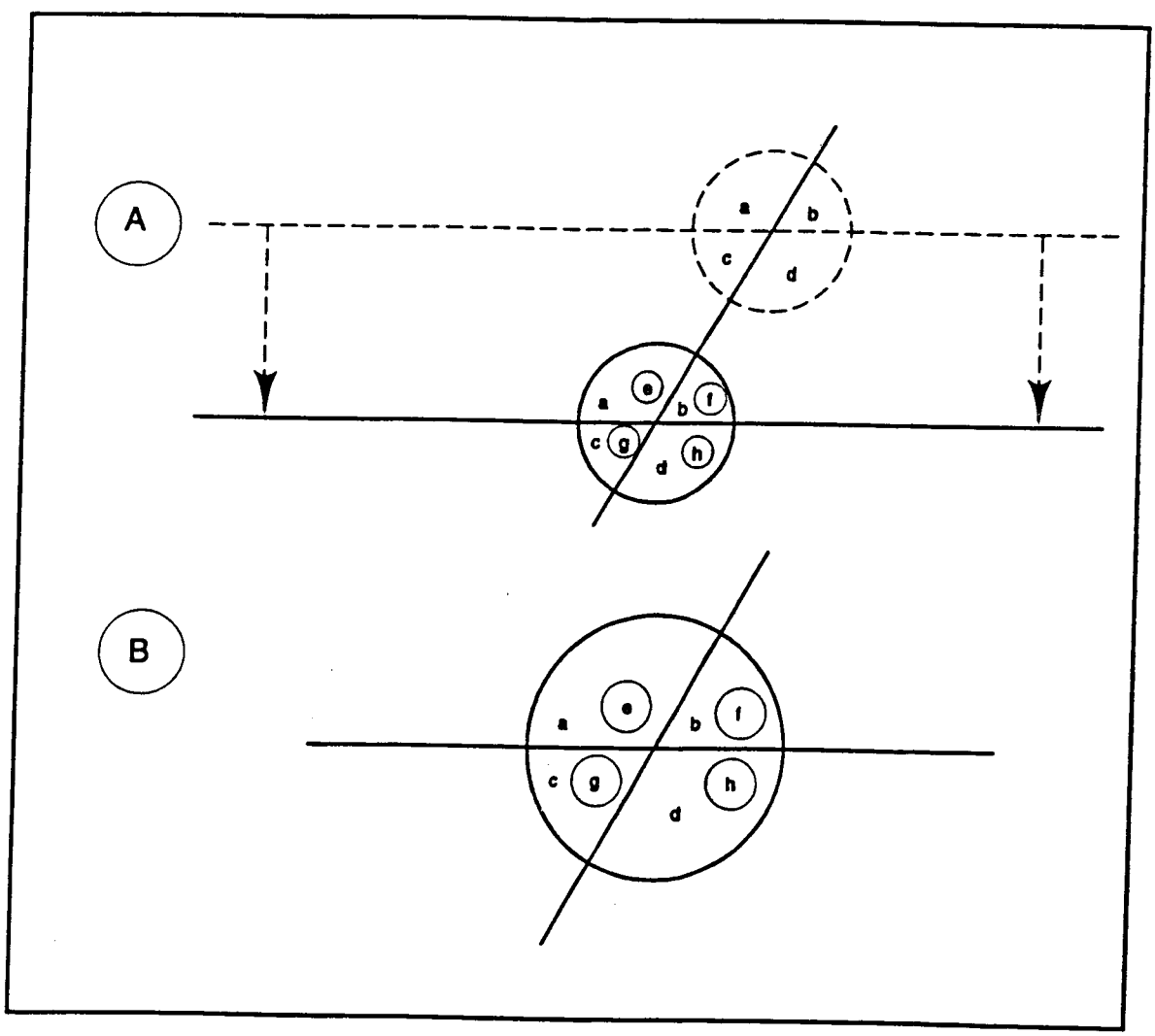


Figura 4.6. Igualdad en correspondientes y alternos

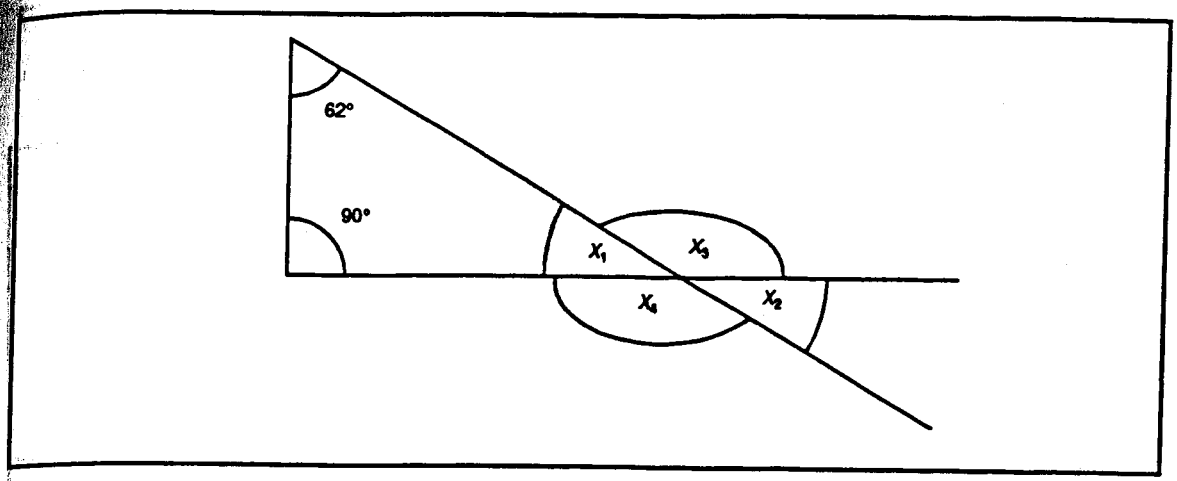


Figura 4.7. Ejercicio de cuatro incógnitas

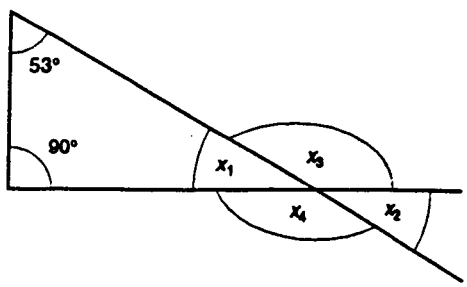
PRÁCTICAS

Al aplicar los conocimientos de igualdad de ángulos es muy importante visualizar detenidamente el esquema al que se le resolverá la incógnita del valor de uno o muchos ángulos, según los datos con que contemos como se verá en el siguiente ejemplo. (El esquema puede ser algún terreno, estructura, pieza mecánica, etc.)

ANÁLISIS

X_1 mide 28°, porque la suma de los ángulos internos de un triángulo es igual a 180°.
X_2 mide 28°, porque está opuesto por el vértice a X_1.
X_3 mide 152°, porque es el suplemento de X_1; es decir, entre los dos, deben sumar 180°.
X4 mide 152°, porque es opuesto por el vértice a X_3 y porque es suplemento de X_2.

EJERCICIOS

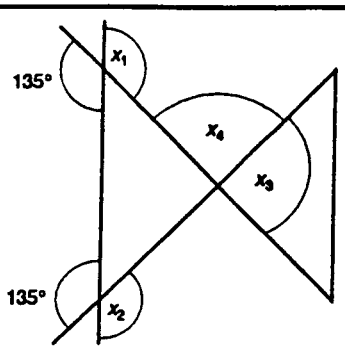


$X_1 =$

$X_2 =$

$X_3 =$

$X_4 =$

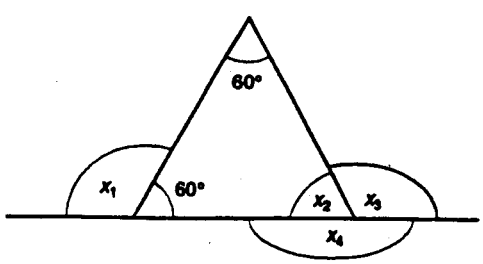


$X_1 =$

$X_2 =$

$X_3 =$

$X_4 =$

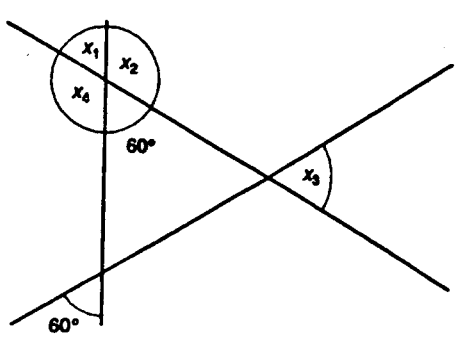


$X_1 =$

$X_2 =$

$X_3 =$

$X_4 =$

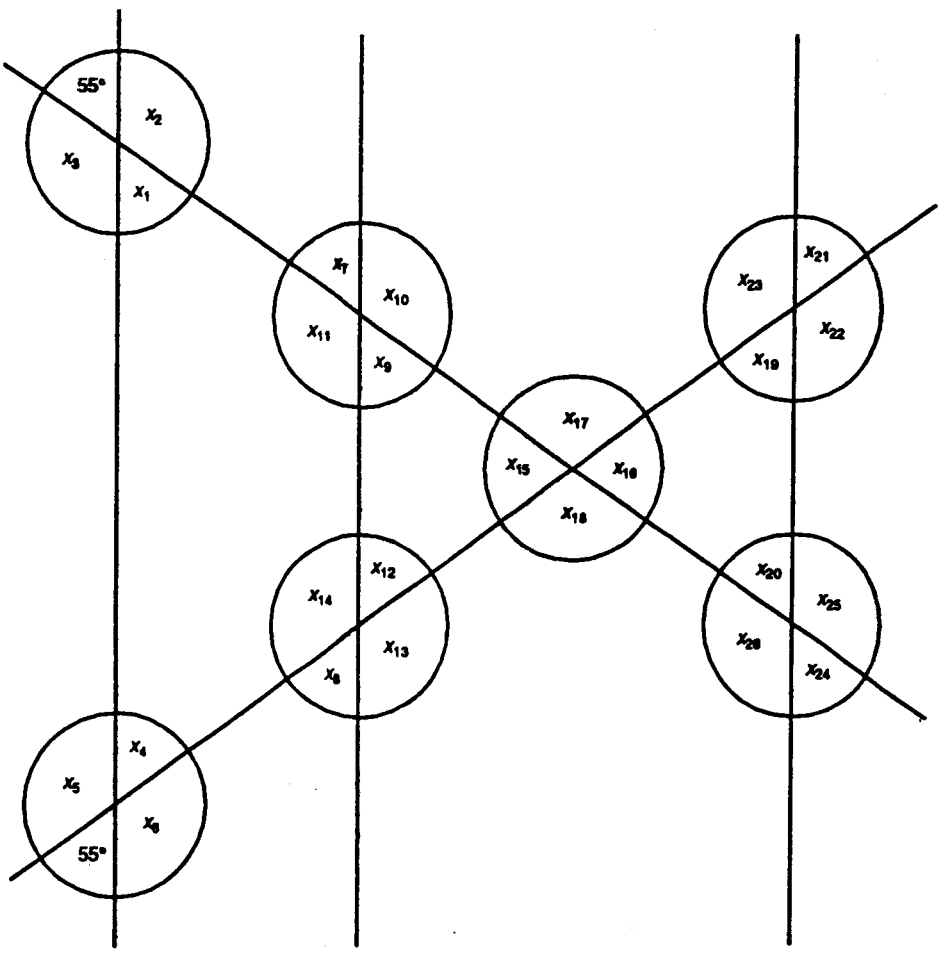


$X_1 =$

$X_2 =$

$X_3 =$

$X_4 =$



X_1 =
X_2 =
X_3 =
X_4 =
X_5 =
X_6 =
X_7 =
X_8 =
X_9 =
X_{10} =
X_{11} =
X_{12} =
X_{13} =
X_{14} =
X_{15} =
X_{16} =
X_{17} =
X_{18} =
X_{19} =
X_{20} =
X_{21} =
X_{22} =
X_{23} =
X_{24} =
X_{25} =
X_{26} =

Capítulo 5

USO DE INSTRUMENTOS DE DIBUJO

Para realizar con efectividad técnicas de trazado geométrico o esquemas bajo un sistema de proyección, primero debemos estar familiarizados con los instrumentos de dibujo y con la técnica adecuada para el manejo de los mismos.

Los instrumentos de dibujo son numerosos y hay mucha variedad en las características de algunos de ellos. Otros son muy sofisticados y de estuches muy completos, equipados con aditamentos y repuestos; sin embargo, al realizar una cuidadosa selección, en este capítulo conoceremos los instrumentos que más se adecuan a las necesidades del dibujo técnico, para técnicos.

Una adecuada técnica en el manejo de los instrumentos elevará la calidad de nuestros dibujos y facilitará el proceso de elaboración de los mismos.

TIPOS DE PAPEL Y TAMAÑOS ESTÁNDAR

Para los ejercicios iniciales del dibujo técnico, se recomienda el uso de papeles bond y ledger. El papel bond es el que se usa en las llamadas "hojas de máquina", se puede conseguir en rollo o en pliegos a medidas estándar. La consistencia y textura de este tipo de papel se basa en los kilogramos de presión que se utilizan en su fabricación, los hay de 29, 36 y 40 kg.

El papel ledger se fabrica en colores blanco y amarillo, se puede conseguir en rollo o en pliegos a medidas estándar. Este tipo de papel, en su color blanco, es el más recomendable para los ejercicios del dibujo técnico.

Para la realización de dibujos más avanzados, todavía dentro de la etapa escolar, se recomienda el papel *calca*. Este tipo de papel, que también se puede conseguir en rollo o en pliegos a medidas estándar, se maneja en espesores fino, mediano y grueso. Su textura provoca una regular transparencia al verlo sobre alguna luz; esa característica facilita detectar errores en el dibujo, aun cuando esté trazado a tinta o a carbón. Este tipo de papel también se adecua a la impresión de copias heliográficas, que son las

Tamaños estándar de papel

Tipo	Tamaño en pulgadas	Tamaño en milímetros
A	8.5 X 11	216 X 280
B	11 X 17	280 X 432
C	17 X 22	432 X 560
D	22 X 34	560 X 864
E	34 X 44	864 X 1120

más manejadas en la industria en cuanto a planos se refiere.

Otros tipos de papel que superan las propiedades de manejo y textura del papel calca son el albanene y el herculene, que son los más manejados en el ámbito industrial.

Los tipos de tamaño más recomendables para los ejercicios que marcan este texto son el A, B y C, de los cuales el tipo B será el más utilizado (en papel ledger blanco) debido a la comodidad de su tamaño. Hay que tomar en cuenta que estos tamaños están limitados a un margen interno recomendado en la figura 5.1.

SUJECIÓN DE HOJAS

En un dibujo detallado con instrumentos nunca se debe trabajar con la hoja de trabajo suelta. Ésta debe escuadrarse con la regla T como se muestra en la figura 5.2.

Después de escuadrarse, se debe extender del centro hacia las esquinas, para sujetarla con cinta adhesiva. Se recomienda la cinta maskingtape de la marca tuk.

Al realizar la sujeción del papel con la cinta, no se debe olvidar la importancia que implica quitar con facilidad la misma, para evitar romper el papel.

LAPICEROS Y PUNTILLAS (Lápiz semiautomático)

En la actualidad ya es casi nulo el uso de lápiz en el dibujo técnico. Las ventajas que proporcionan los lapiceros lo han retirado poco a poco del uso escolar e industrial.

Los lapiceros ayudan en la uniformidad del espesor de la línea y facilitan el proceso de "domar" nuestro pulso en la presión del trazado. Éstos se clasifican

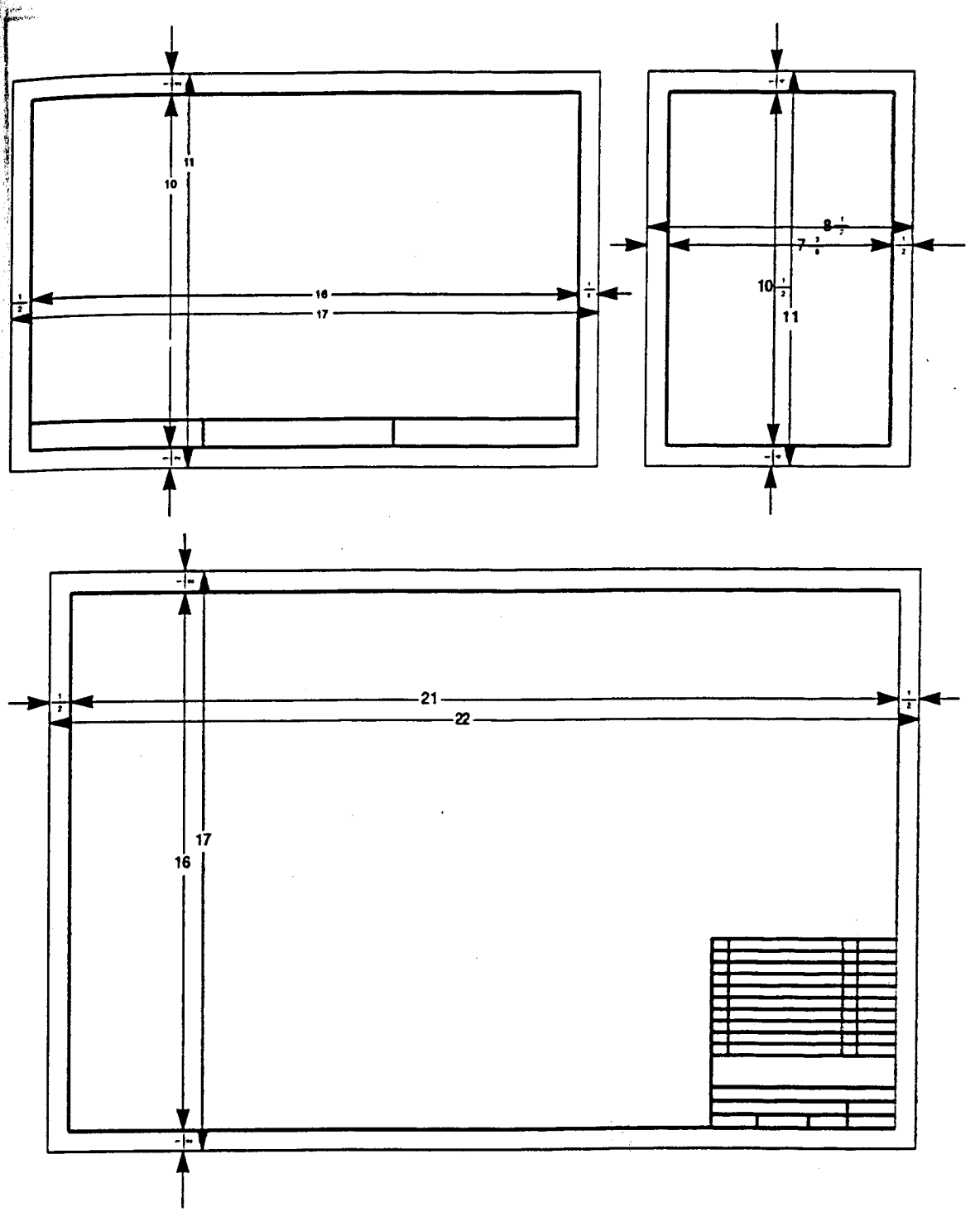


Figura 5.1. Tamaños estándar de papel

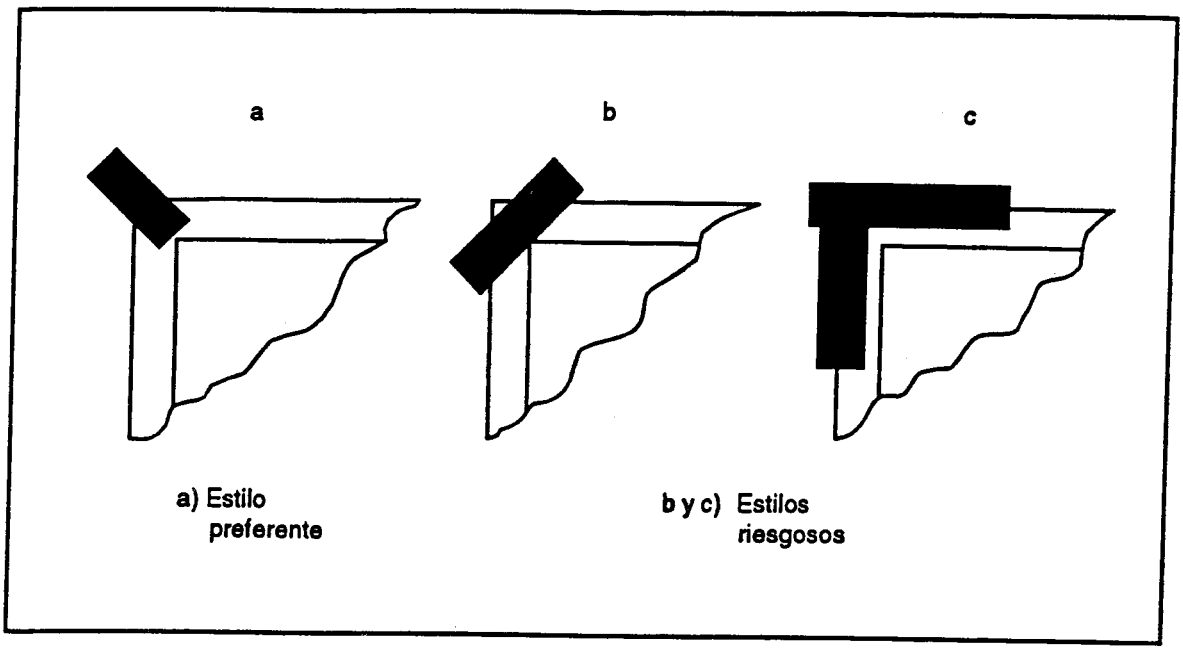


Figura 5.2. Aplicación de cinta adhesiva en sujeción de papel

según el tamaño de puntilla que manejan. Dicho tamaño se basa en el diámetro de la puntilla; los más comunes son los lapiceros de 0.5 y 0.9 milímetros y el portaminas de 2 milímetros (fig. 5.3).

Las puntillas o minas, aparte de clasificarse de acuerdo con su tamaño, se seleccionan según su dureza, con base en el contenido de carbón de cada tipo. La clasificación de dureza en las puntillas se especifica en combinación de letras y números.

En primer orden están las puntillas blandas, son la 6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B y HB; después está la puntilla F, que representa el grado medio; por último, las puntillas duras son las H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H, 7H, 8H, 9H, éste último es el tipo de puntilla más duro.

Para realizar croquis y dibujos preliminares se recomiendan puntillas blandas 2B y B. Para escritura técnica y dibujos con instrumentos, las puntillas recomendables son HB, F y H. Para líneas auxiliares y acotaciones, las 2H y 3H.

Aparte de las puntillas de carbón, en la industria se usan mucho las puntillas de plástico (que trazan líneas que no se pueden borrar). Estas puntillas, acoplables al portaminas de 2 mm, tienen la siguiente equivalencia: No=HB, N1=F, N2=H, N3=3H, N4=5H y N5=7H.

LA REGLA T

De la variedad existente en este tipo de regla, la más adecuada a las necesidades del dibujo técnico es la regla fija, de madera dura, con filos de plástico transparente y sin graduación. Su longitud varía de 40 a 120 cm.

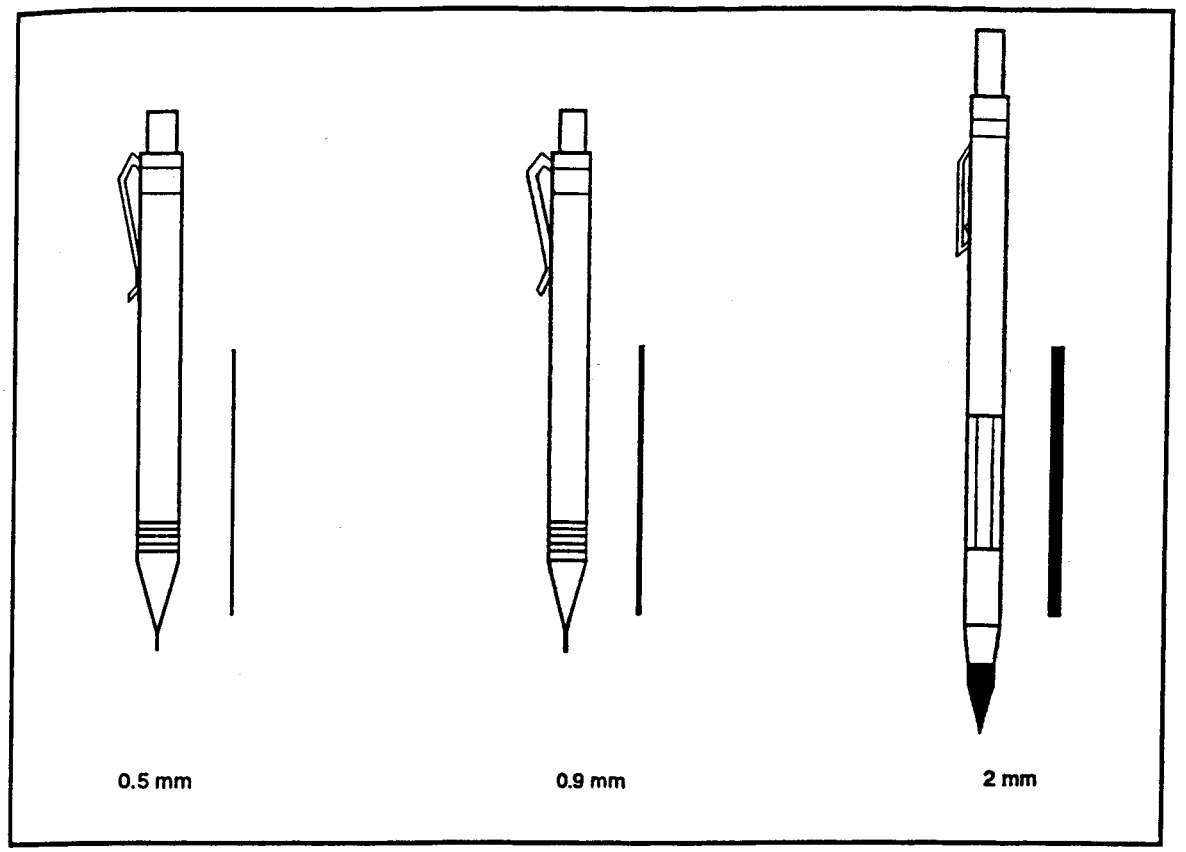


Figura 5.3. Lapiceros

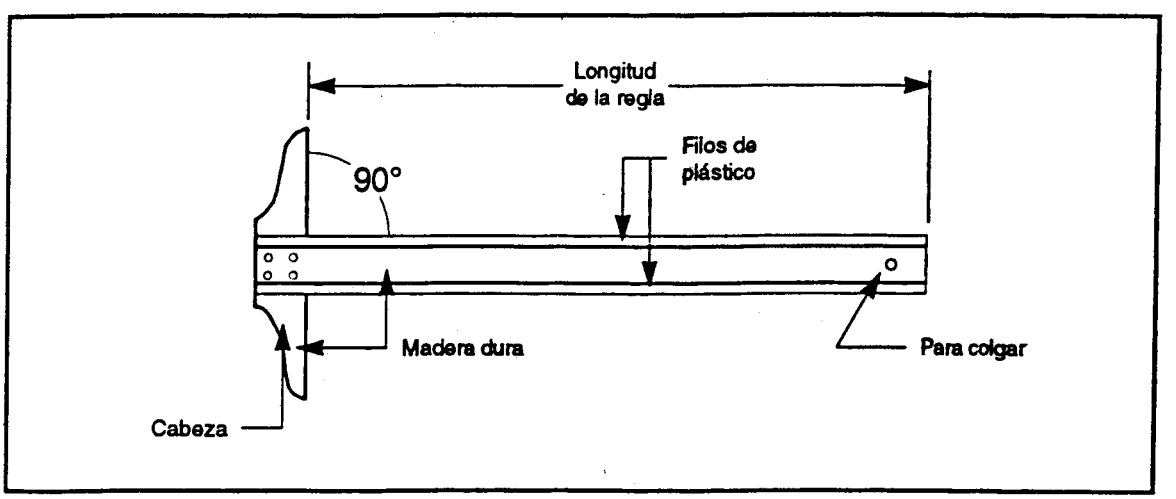


Figura 5.4. La regla T

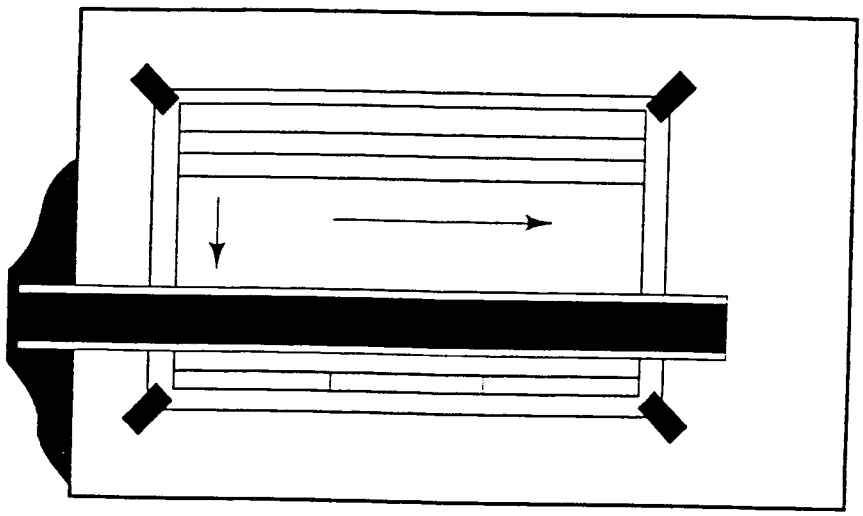


Figura 5.5. Trazado de líneas horizontales para diestros

Sus usos son los siguientes:

1. Sirve para alinear la hoja de trabajo sobre el restirador, antes de pegarla.
2. Sirve para trazar líneas horizontales.
3. Ayuda en el apoyo de las escuadras para el trazo de líneas verticales.

Una regla T nunca debe usarse para trazar líneas verticales. Su uso se adecua de manera diferente para diestros y zurdos.

TRAZADO DE LÍNEAS HORIZONTALES PARA DIESTROS

El estudiante diestro debe acomodar la cabeza de la regla T del lado izquierdo

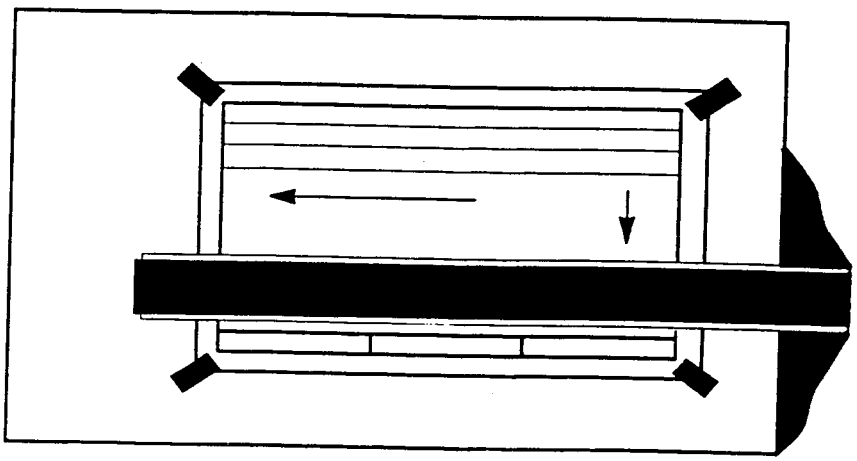


Figura 5.6. Trazado de líneas horizontales para zurdos

del restirador. Esto con el objeto de que con su mano izquierda escuadre el instrumento y con la derecha trace la línea.

Las líneas horizontales, cuando son consecutivas, se deben trazar en orden de arriba a abajo y de izquierda a derecha. Si se trazaran de abajo hacia arriba, la regla ocultaría y mancharía las líneas. Los diestros deben trazar de izquierda a derecha, porque es como alejan la mano de su cuerpo.

TRAZADO DE LÍNEAS HORIZONTALES PARA ZURDOS

El estudiante zurdo debe acomodar la cabeza de la regla T del lado derecho del restirador. Eso con el objeto de que con su mano derecha escuadre el instrumento y con la izquierda trace la línea (fig. 5.6).

Las líneas horizontales, cuando son consecutivas, deben trazar de arriba a abajo y de derecha a izquierda. Si se trazaran de abajo hacia arriba, la regla ocultaría y mancharía las líneas. Los zurdos deben trazar de derecha a izquierda, porque es como alejan la mano de su cuerpo.

LAS ESCUADRAS

El uso de las escuadras y la regla T va muy ligado y, por lo tanto, hay que combinarlo en este capítulo.

Para ver la técnica de trazado de líneas verticales necesitamos combinar el manejo en trazo y posición de la regla T y las escuadras. Para ello es necesario primero que conozcamos cada una de ellas.

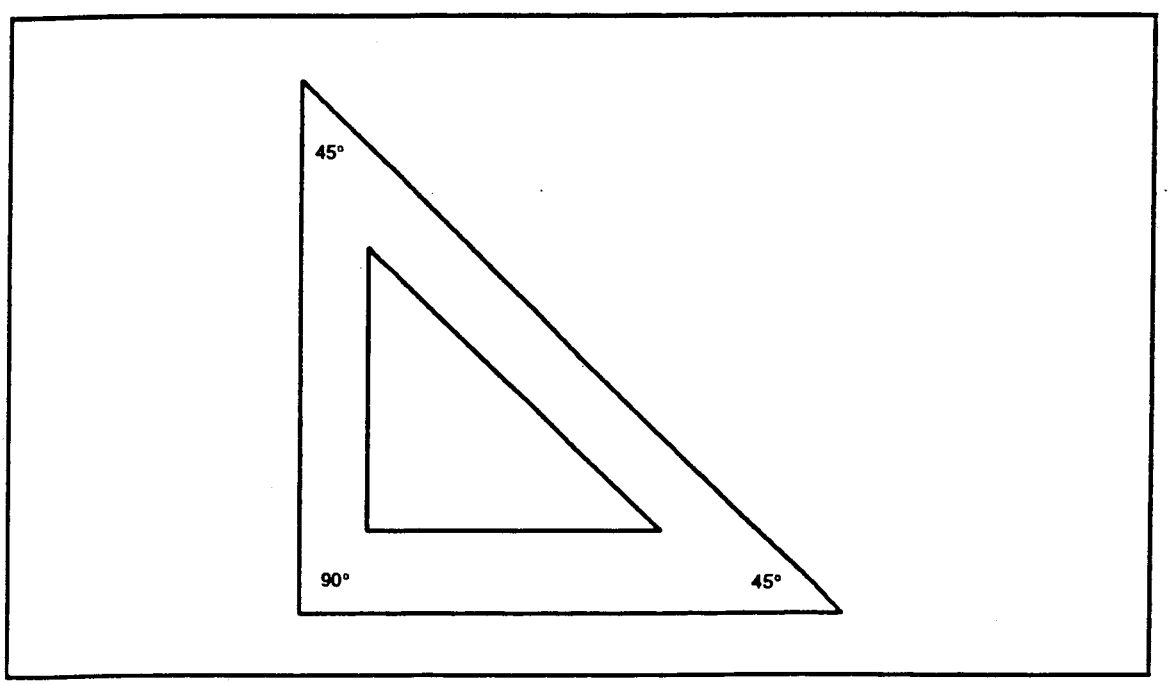


Figura 5.7. Escuadra de 45°

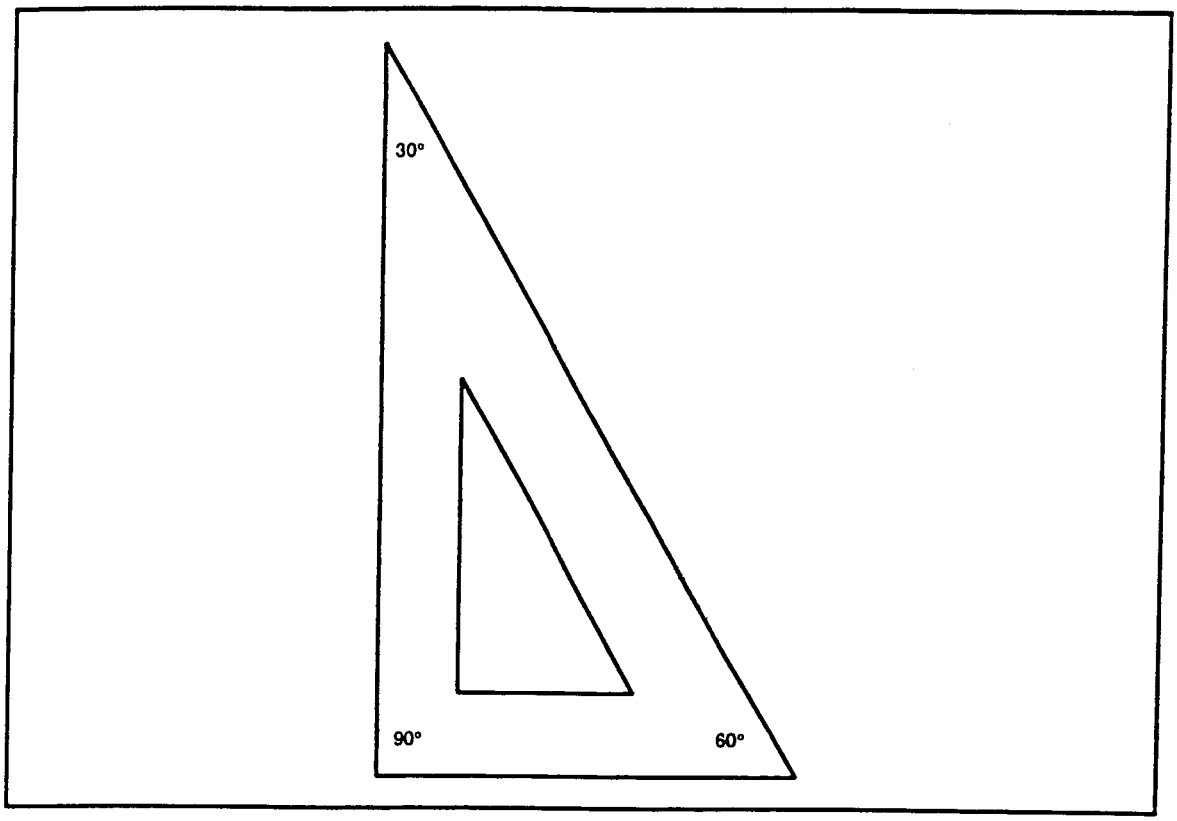


Figura 5.8. Escuadra de 30° - 60°

No hay mucho que mencionar, sólo hay que memorizar la posición de sus ángulos y comparar forma y tamaño. La técnica en el uso de las escuadras debe combinarse con la teoría de igualdad de ángulos.

TRAZADO DE LÍNEAS VERTICALES PARA DIESTROS

Después de acomodar la regla T en la posición correcta y debidamente escuadrada, se apoya la escuadra de 30° - 60° sobre la regla para formar un ángulo recto. El cuerpo de la escuadra debe estar hacia el lado derecho, los trazos de las líneas se deben realizar de abajo hacia arriba y en orden de izquierda a derecha. Lo anterior ayuda a la visibilidad del que traza y cuida la limpieza del trabajo.

TRAZADO DE LÍNEAS VERTICALES PARA ZURDOS

Debe acomodarse la regla T en posición correcta y debidamente escuadrada de 30° - 60° sobre la regla para formar un ángulo recto. El cuerpo de la escuadra debe estar hacia el lado izquierdo, los trazos de las líneas se deben realizar de

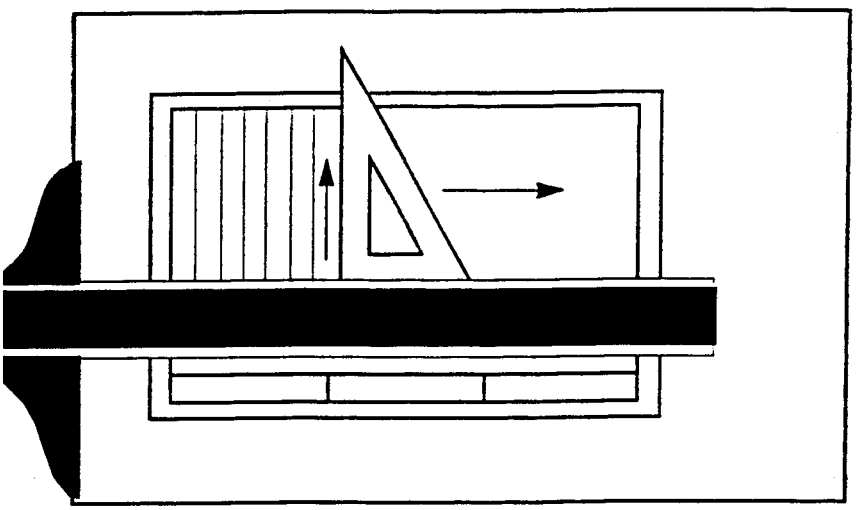


Figura 5.9. Trazado de líneas verticales para diestros

abajo hacia arriba y en orden de derecha a izquierda. Todo esto ayuda en la visibilidad del que traza y cuida la limpieza del trabajo.

USO DE LAS ESCUADRAS

Aparte del uso de las escuadras para trazar líneas verticales, visto anteriormente en este capítulo, existen ejercicios clave para redondear el conocimiento en la técnica del manejo de escuadras. Ésta nos mostrará la gran variedad de alternativas que proporcionan las escuadras en el trazado de ángulos del dibujo técnico.

Dividir un círculo en 8 partes iguales, es un ejercicio recomendable para el uso de 45° (360° ÷ 8 = 45°). La escuadra se debe apoyar en la regla T (figura 5.11).

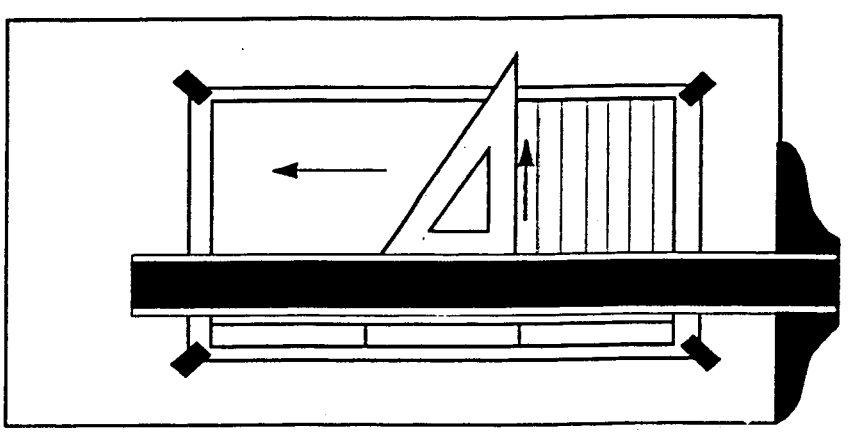


Figura 5.10. Trazado de líneas verticales para zurdos

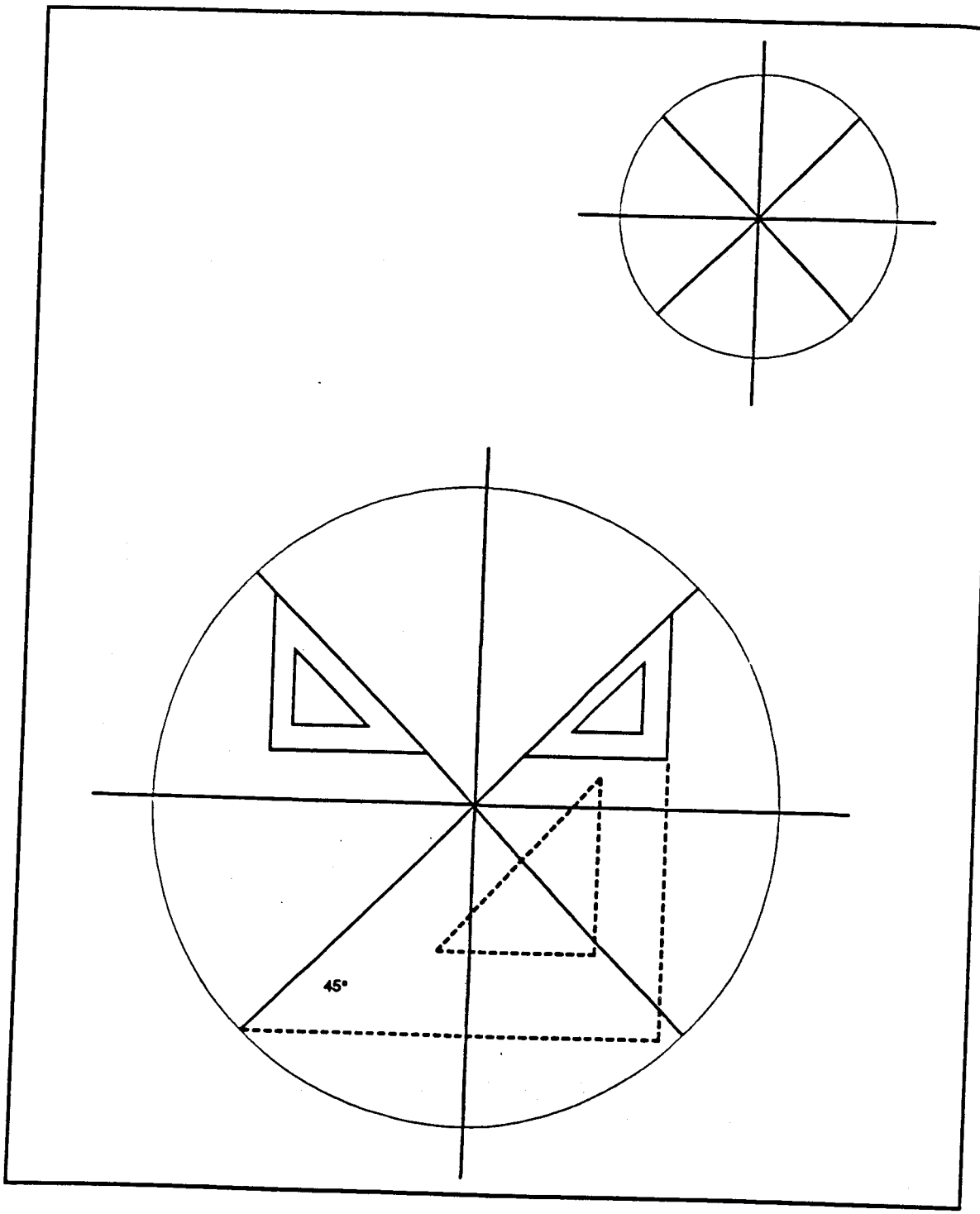
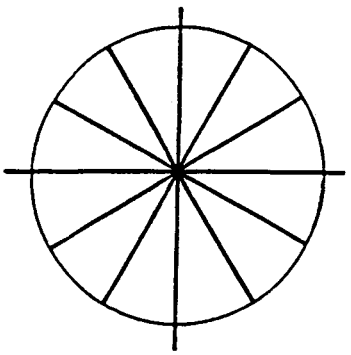


Figura 5.11. División de un círculo en 8 partes iguales

Dividir un círculo en 12 partes iguales la pauta en el manejo y giro de la escuadra de 30° - 60°. Este ejercicio proporciona una visualización adecuada para evitar confundir los ángulos de 30° y 60°. Aquí cada parte es de 30°. El ángulo de 60° nos ayuda en la secuencia.

El apoyo en la regla T es de mucha ayuda, aunque ya con mucha práctica se puede eliminar.



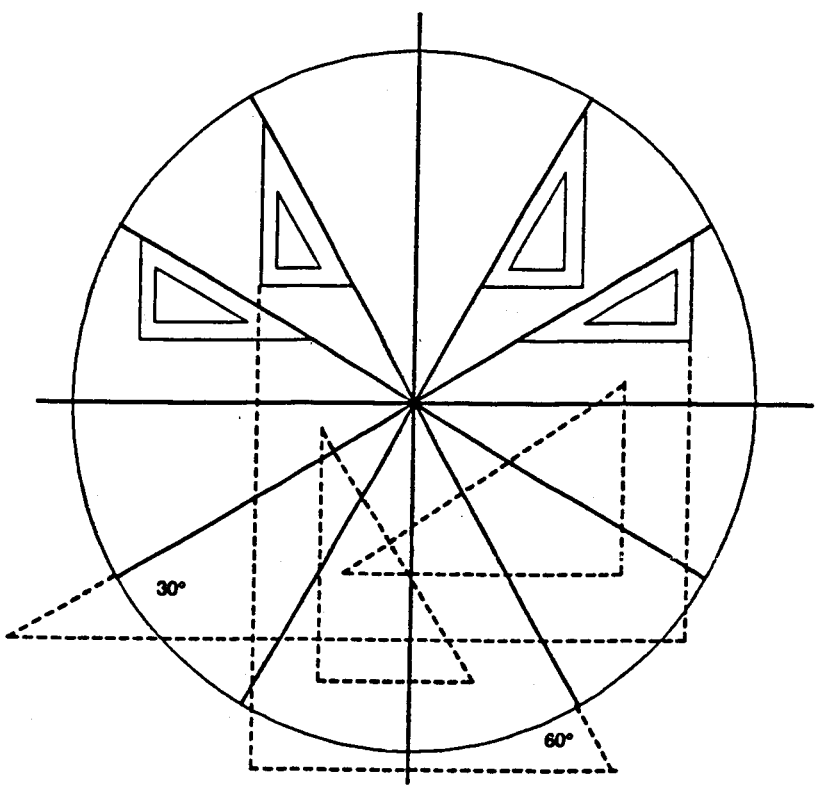


Figura 5.12. División de un círculo en 12 partes iguales

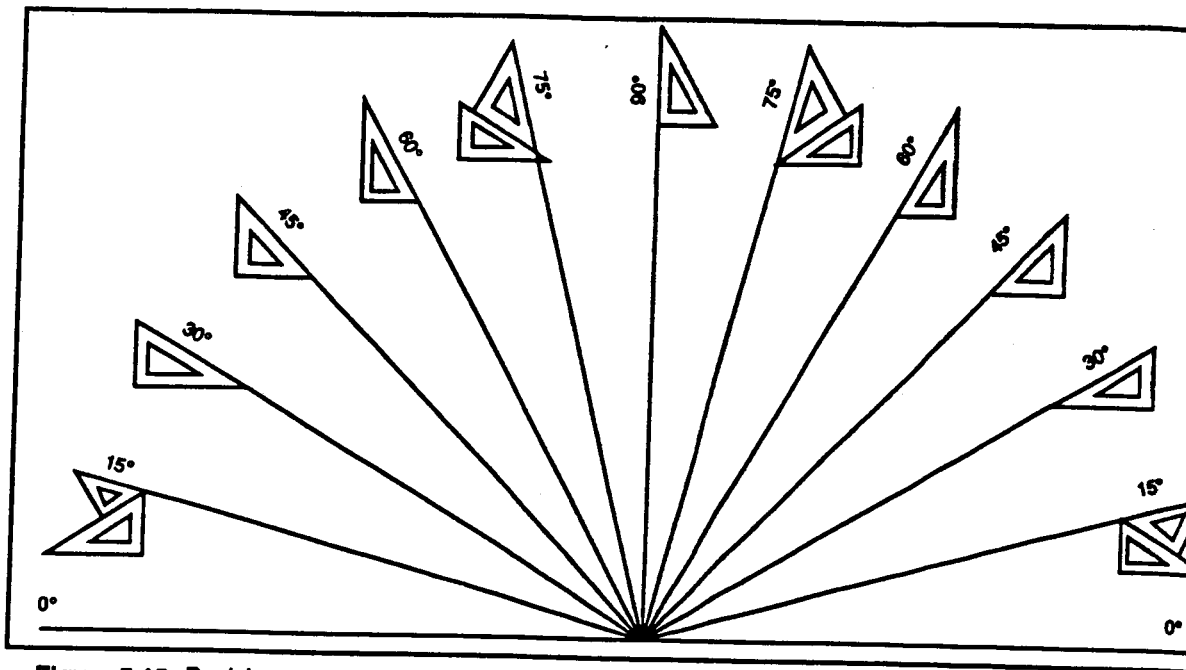


Figura 5.13. Posiciones convencionales de las escuadras

Es muy fácil mostrar las posiciones y combinaciones convencionales que se pueden efectuar con las escuadras. Aparte del uso normal de los ángulos de 30°, 45°, 60° y 90°, se pueden obtener otros ángulos como el de 15° al combinar 60° con 45°, o el ángulo de 75° al combinar 30° con 45°.

Lo que nos muestra la figura 5.13, no es todo lo que podemos aprender del uso de escuadras. Analizar y clasificar estas posiciones en las escuadras será lo que realmente nos encamine al dominio de este tema.

No hay mucha dificultad en comprender que al empalmar la escuadra de 30° con la de 45° se obtienen 75°, donde sí tenemos que ubicarnos correctamente es en la obtención del ángulo de 15°; para ello necesitamos auxiliarnos de los ejes de fraccionar y realizar el simple razonamiento de suma y resta que se muestra en la figura 5.14.

Es muy importante comprender y practicar el cambio de posición en las escuadras para la obtención de 15° en el primero y segundo cuadrantes.

ÁNGULOS ESTÁNDAR

Las posiciones que muestra la figura 5.13 y el razonamiento de la figura 5.14 B, da como resultado que con las escuadras se pueden obtener 24 ángulos diferentes que se miden en sentido contrario a las manecillas del reloj, a partir del eje X (+). 0° y 360° forman juntos un ángulo ficticio. Esto equivale a la división de un círculo en 24 partes iguales de 15° cada una.

Es muy importante analizar cada uno de los 24 ángulos estándar. En principio,

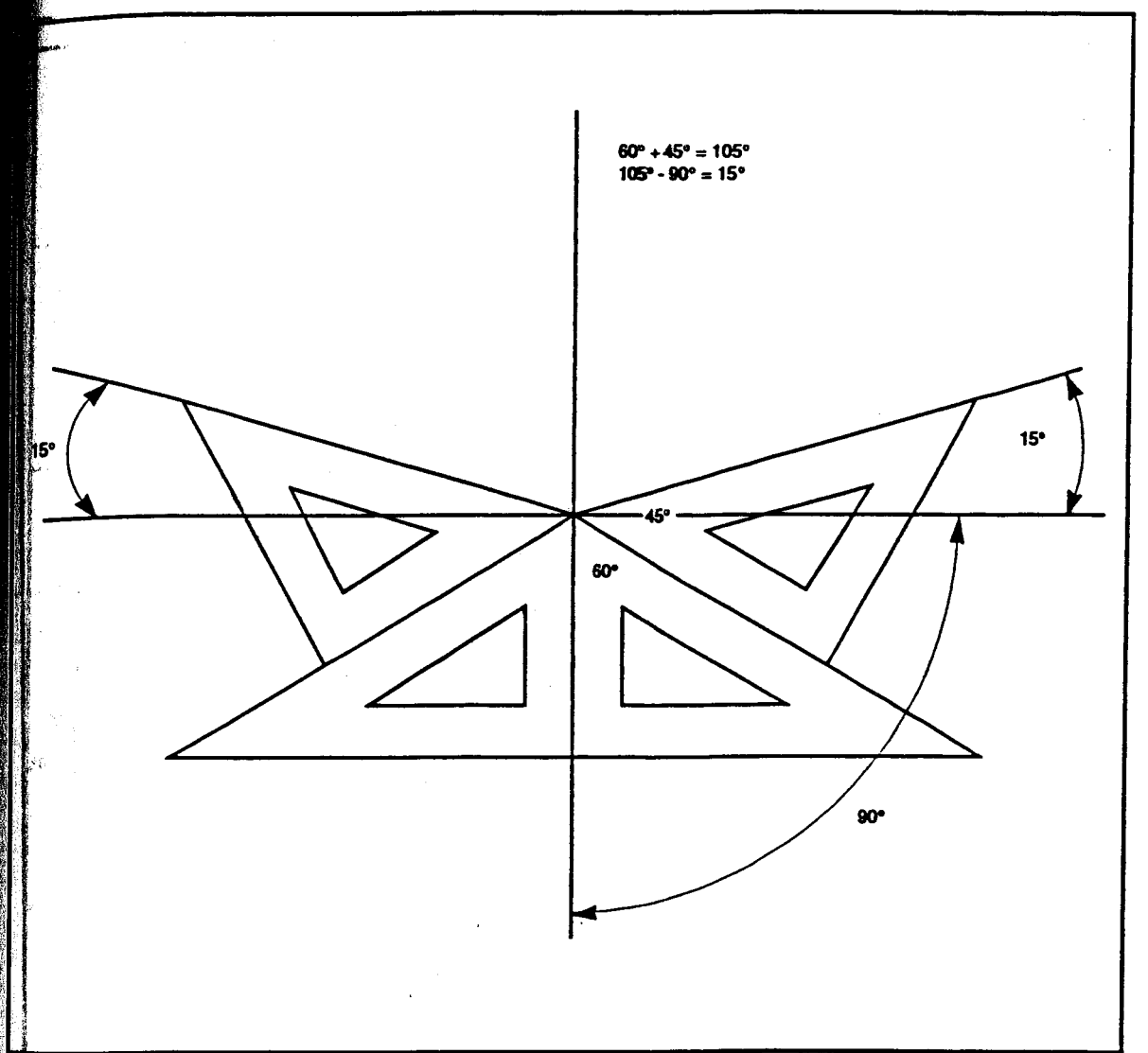


Figura 5.14. Obtención de 15° con las escuadras

sería impráctico trazar alguno de estos ángulos con el transportador. Necesitamos memorizar la "serie" que forman en conjunto los ángulos estándar.

En el primer cuadrante: 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°; segundo cuadrante: 105°, 120°, 135°, 150°, 165°, 180°; tercer cuadrante: 195°, 210°, 225°, 240°, 255°, 270°; cuarto cuadrante: 285°, 300°, 315°, 330°, 345°, 360° - 0°.

A continuación se detalla por separado la obtención de cada uno de estos ángulos con las escuadras y el apoyo de los ejes de fraccionar (figura 5.15).

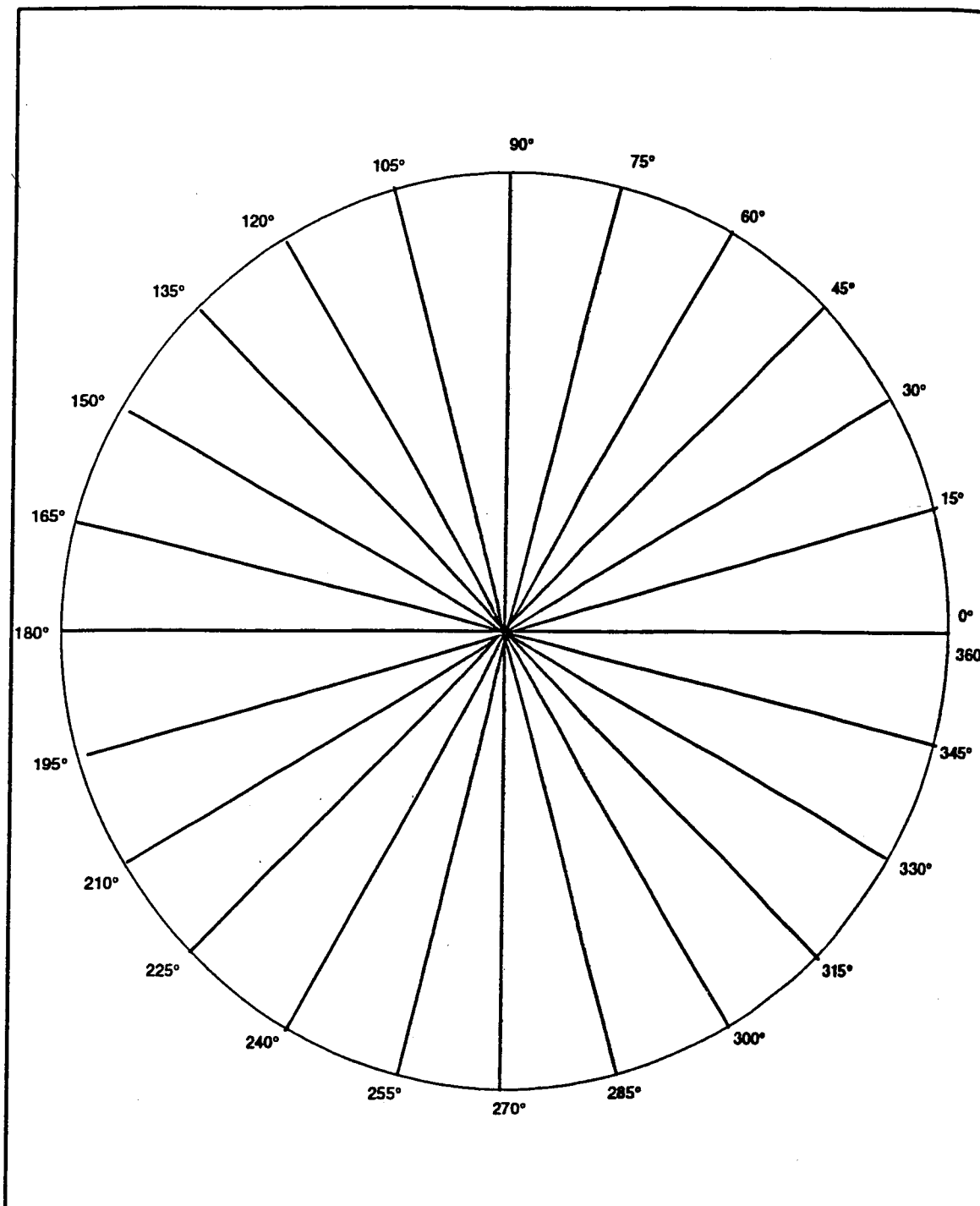


Figura 5.14B. Ángulos estándar

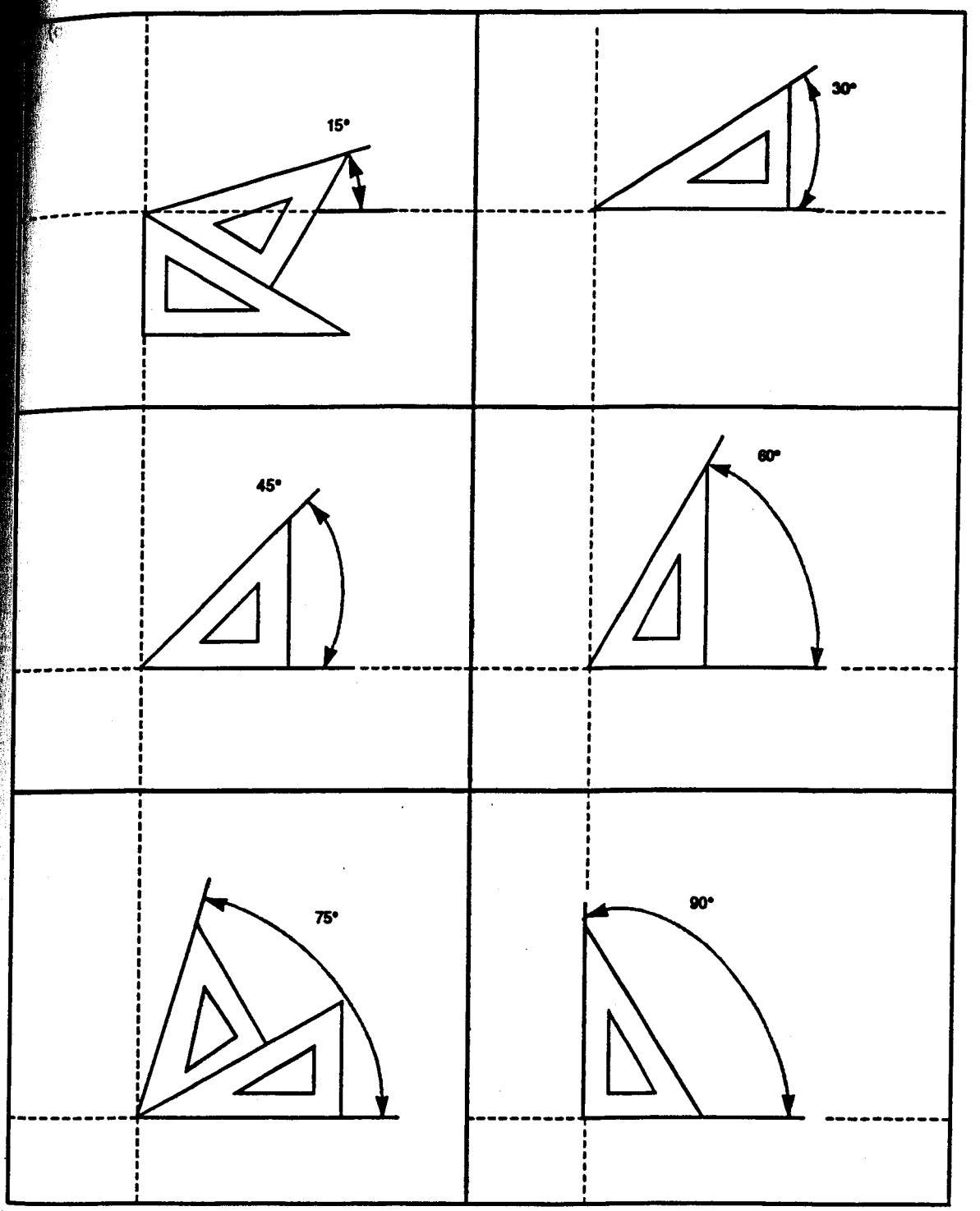
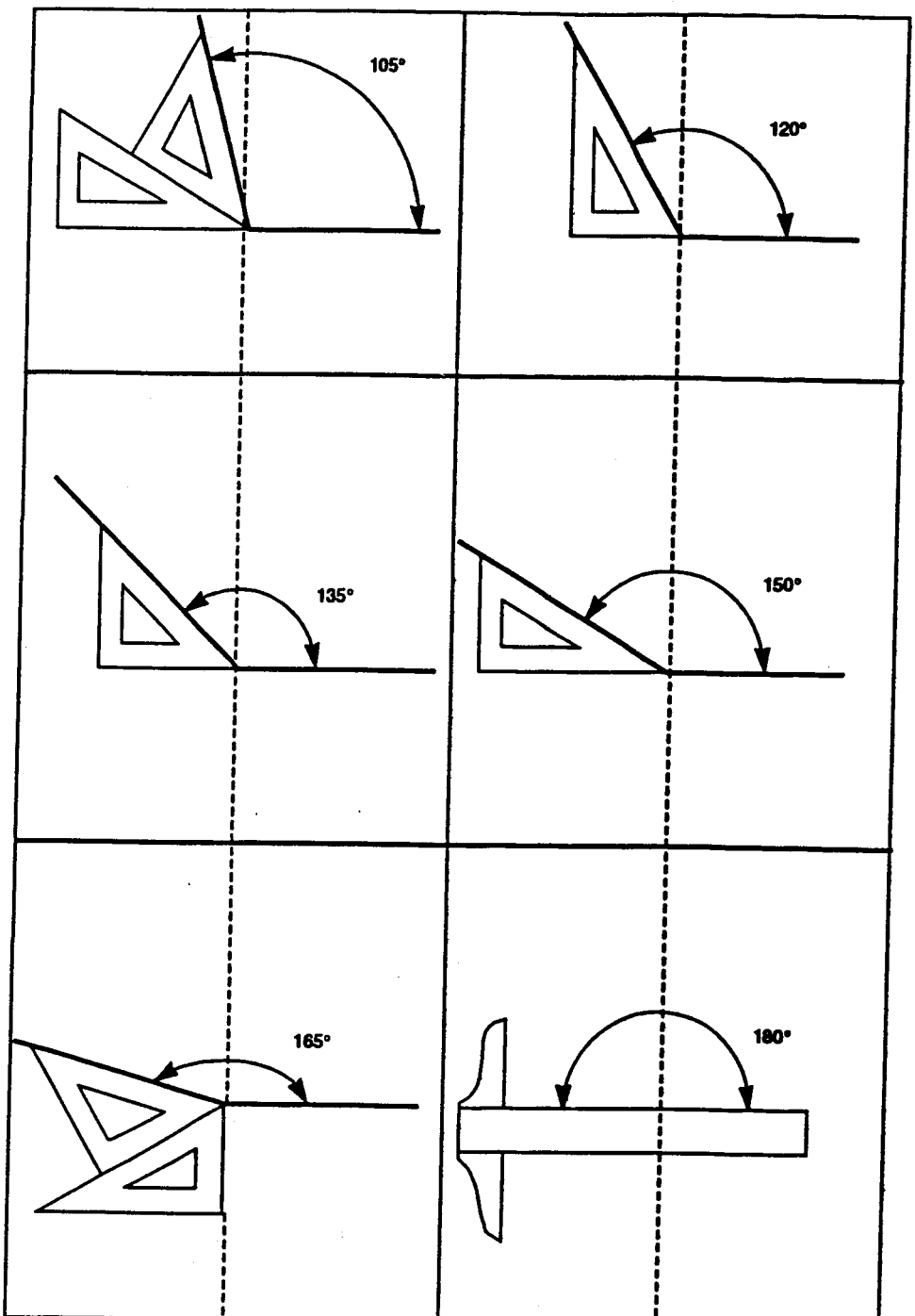
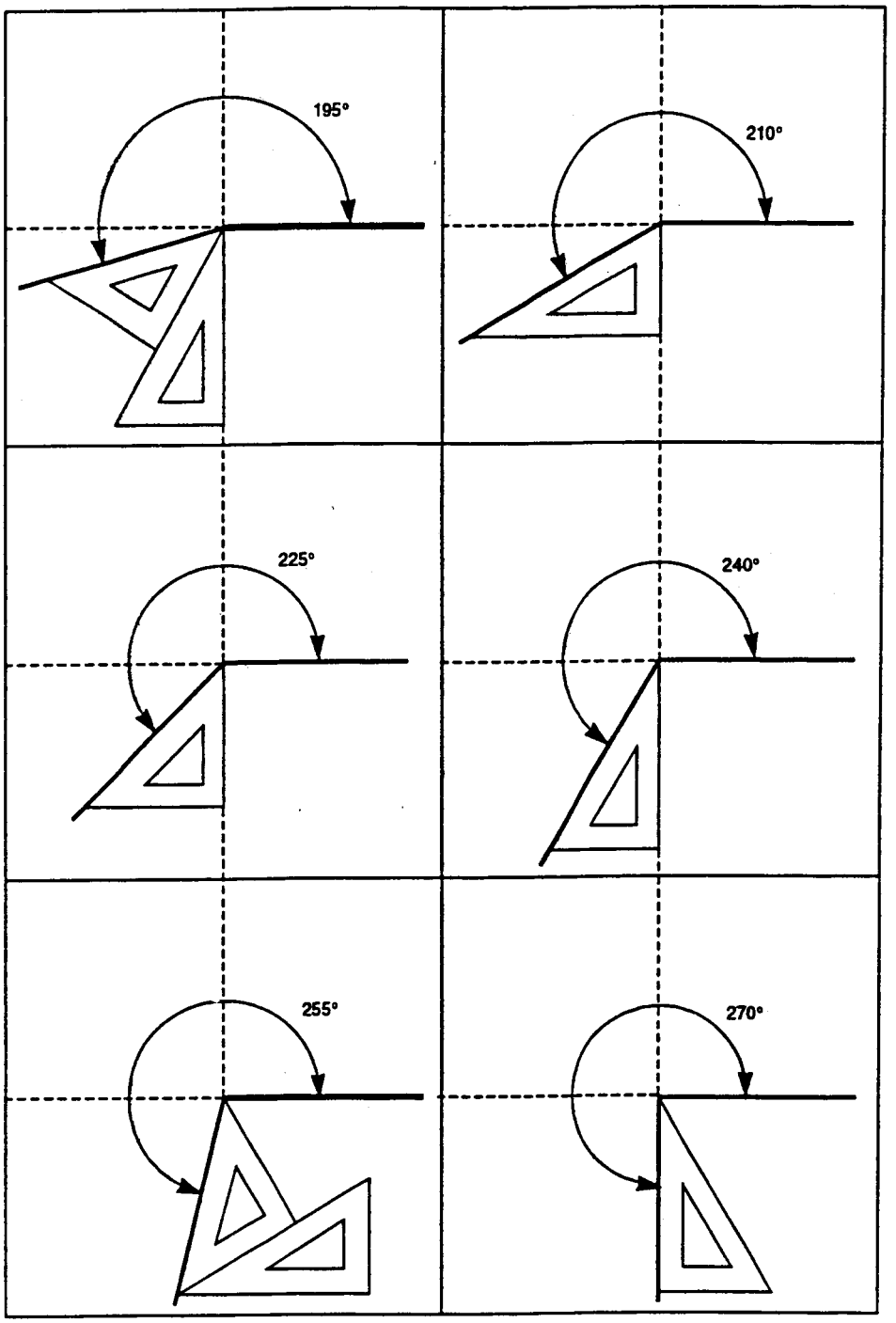


Figura 5.15. Desarrollo de los ángulos estándar

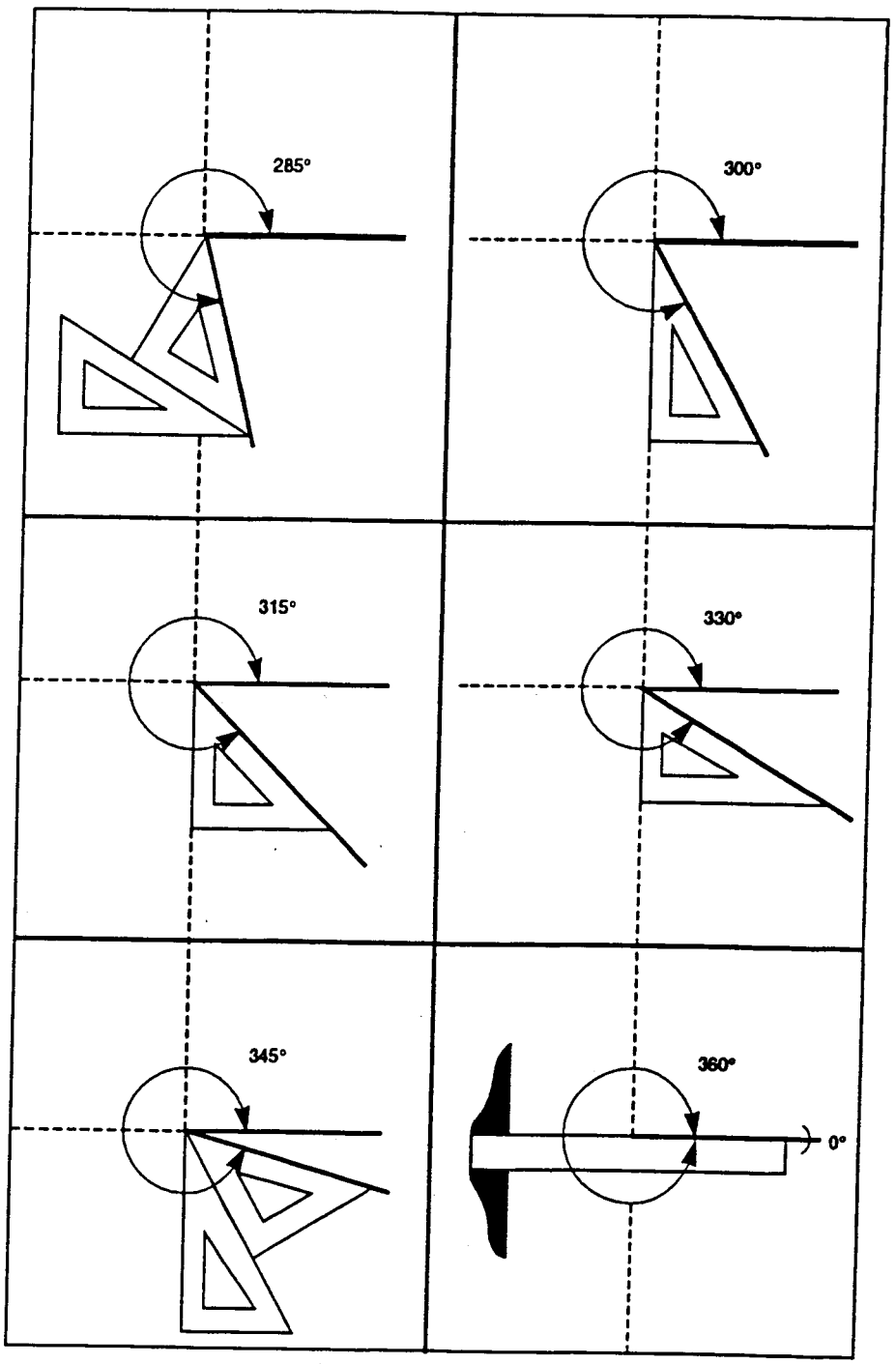
(continuación)



(continuación)



(conclusión)



PERPENDICULARIDADES EN ÁNGULOS

Existe un teorema matemático que afirma que cuando dos ángulos se cruzan, el ángulo alterno resultante es igual a la suma de los ángulos cruzados.

En la figura 5.16 se cruzan los ángulos de 23° y 38°, se obtiene como resultante un ángulo de 61° que es igual a la suma de los cruzados. En los ejercicios de manejo de escuadras se recomienda trazar líneas continuas a una determinada separación, a 45°, 30°, 60° o 15°.

La separación en estas líneas se tiene que medir en forma perpendicular al ángulo trazado; es decir, se traza una línea que cruzada forme un ángulo de 90° con respecto a la línea del ejercicio y medir las separaciones sobre ésta.

Para obtener las perpendicularidades marcadas en la figura 5.17 necesitamos cruzar a cada ángulo en cuestión lo que le falte para sumar 90° y así seguir el teorema de ángulos cruzados.

EL TRANSPORTADOR

Para trazar cualquier ángulo que no se pueda obtener con las escuadras, tenemos al transportador. Los hay de 180° (media circunferencia) y de 360° (circunferencia completa).

Las graduaciones mayores se fraccionan en 10° y se indican en contrasentido y en sentido natural de las manecillas del reloj con el fin de facilitar la medición. Contiene subdivisiones de 5° y 1°; algunos marcan también el medio grado.

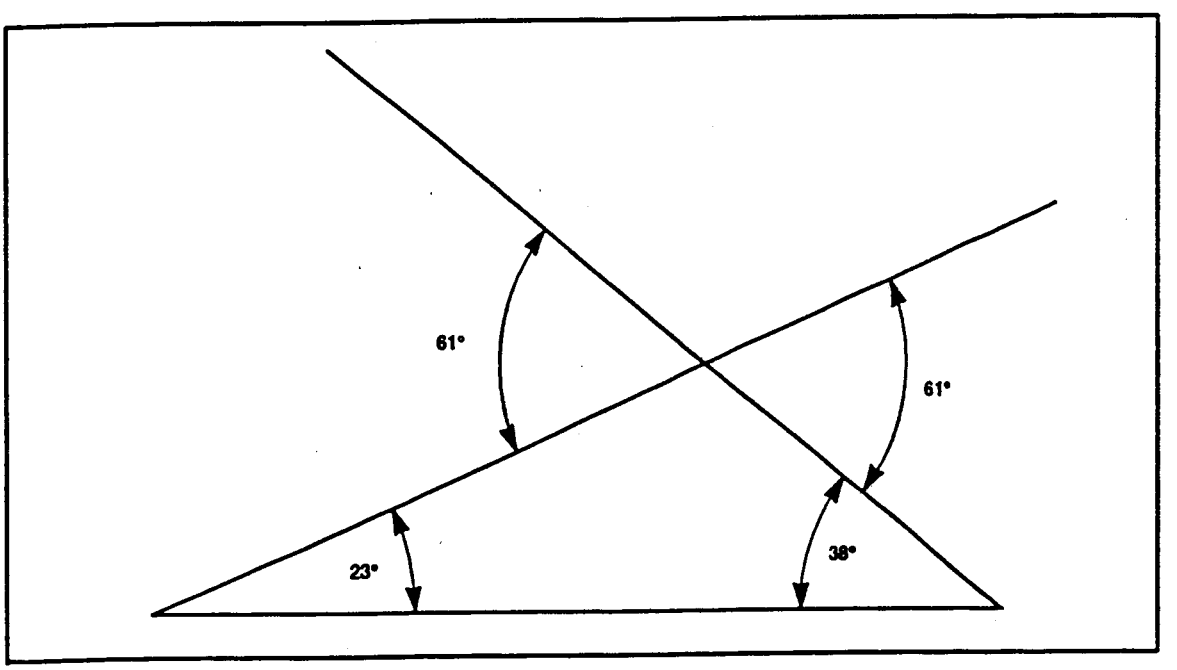


Figura 5.16. Ejemplo del teorema de ángulos cruzados

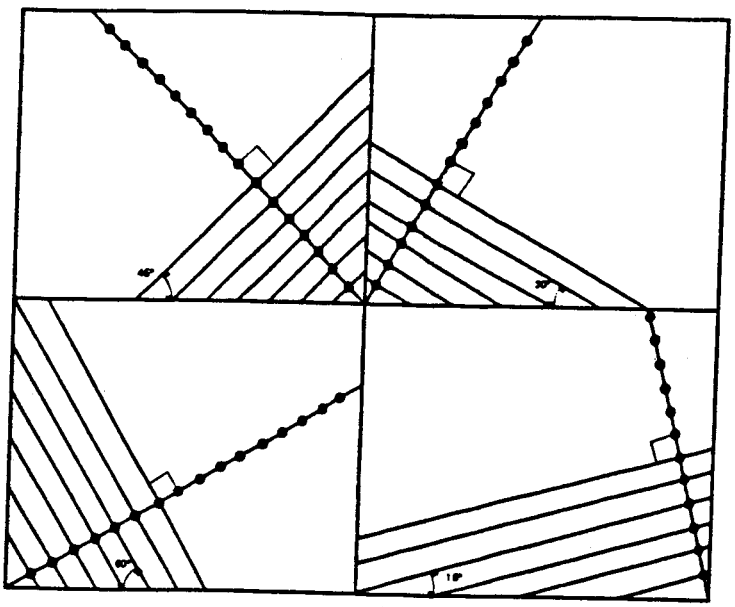


Figura 5.17. Separaciones perpendiculares

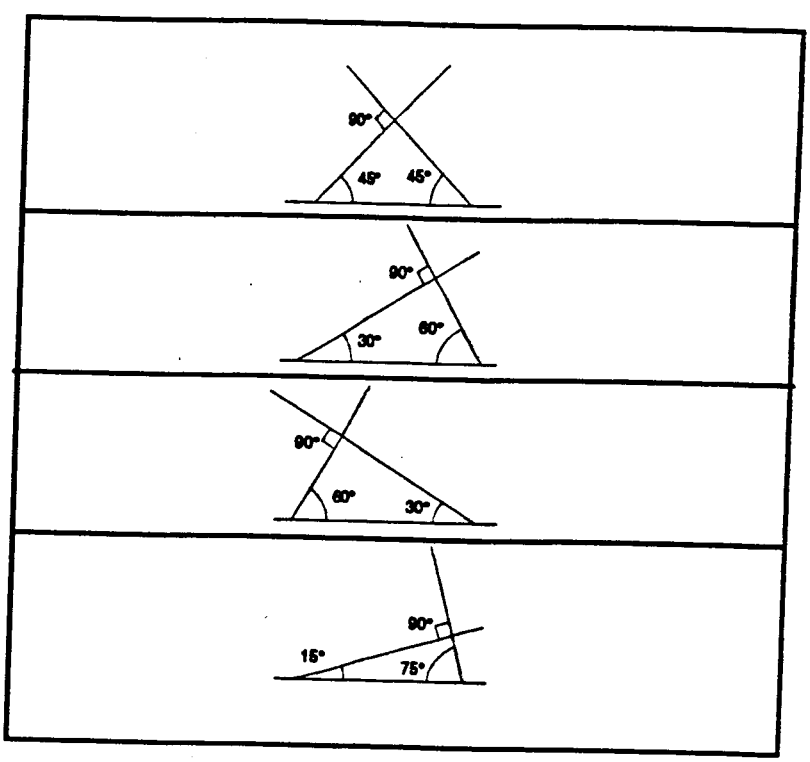


Figura 5.18. Perpendicularidades más comunes en ángulos

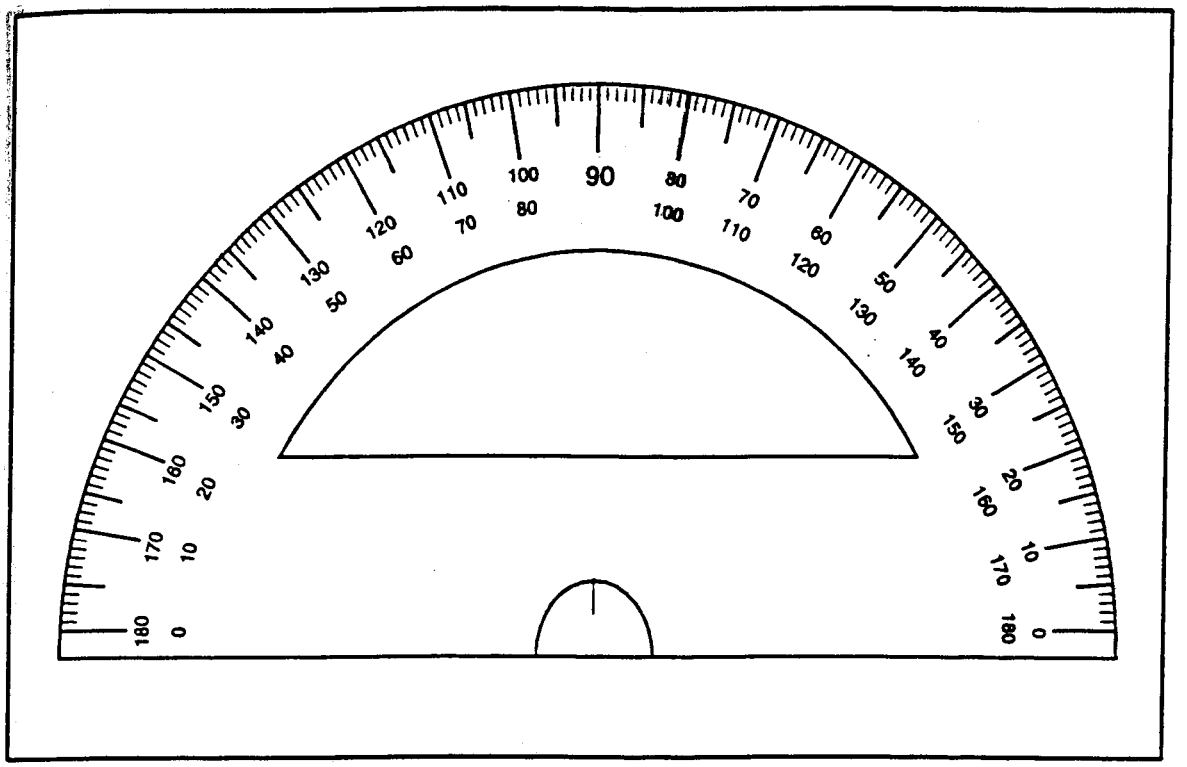


Figura 5.19. Transportador de 180°

Debido a las subdivisiones que contiene con base en 10, su lectura se asemeja mucho a la escala en centímetros. El punto medio que se marca en la base del instrumento, que coincide con el ángulo de 90° y el apoyo horizontal hacia cero, constituyen la base para ubicarnos en el ángulo que se quiera medir.

EL COMPÁS

Este instrumento se emplea para trazado de arcos circulares y circunferencias. También se le llama bigotera. Los hay para trazo con puntillas (mina) y para trazado a tinta.

El más empleado en el dibujo técnico es el llamado "compás de precisión", nombrado así por el ajuste con base en una rosca que regula la abertura del instrumento para dar la medida de radio deseada (figura 5.20).

Es muy importante nivelar la aguja y la mina del compás. La aguja debe salir un poco más, para que al encajarla en el papel casi quede a la misma altura que la mina (puntilla). El afilado de la mina debe quedar hacia afuera (figura 5.21).

Para el uso correcto del compás, una vez afilada la mina sobre lija fina, se ajusta el instrumento al radio deseado; en seguida se marca el centro donde se encajará la aguja y se traza la circunferencia en el sentido de las manecillas del reloj, tomando el compás por el mango.

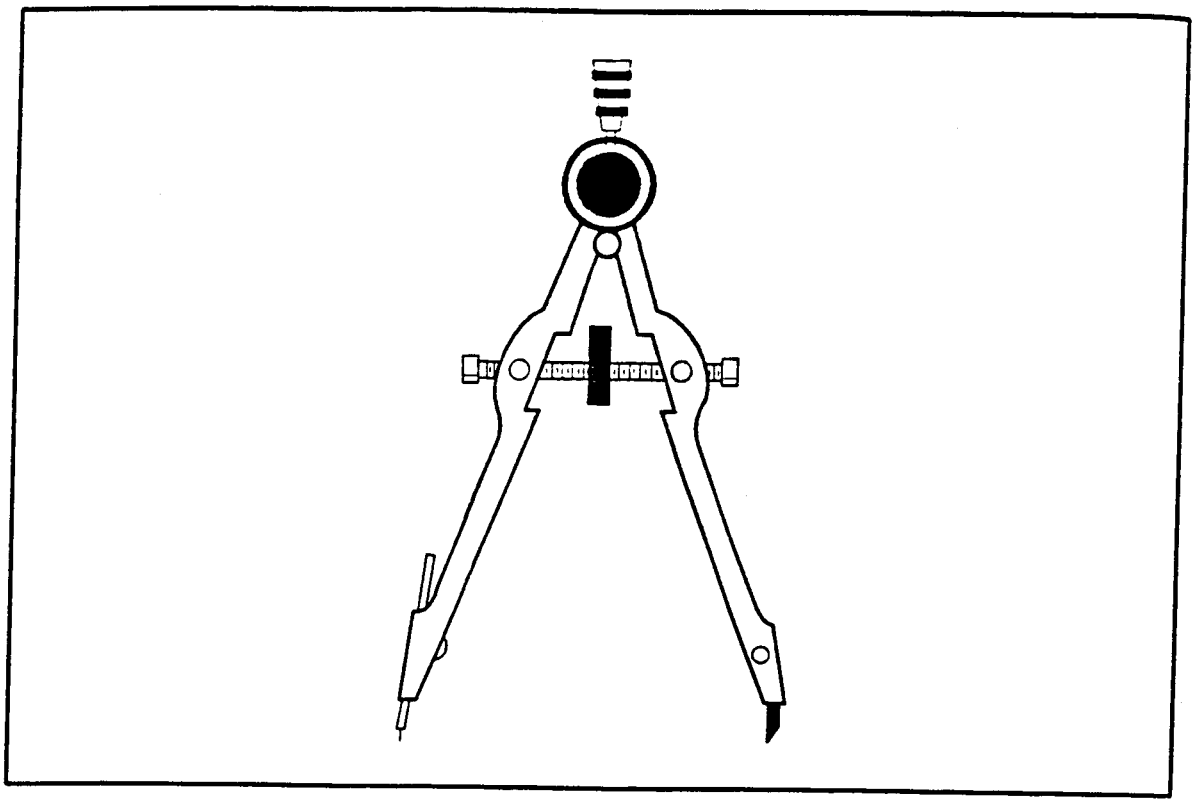


Figura 5.20. Compás de precisión

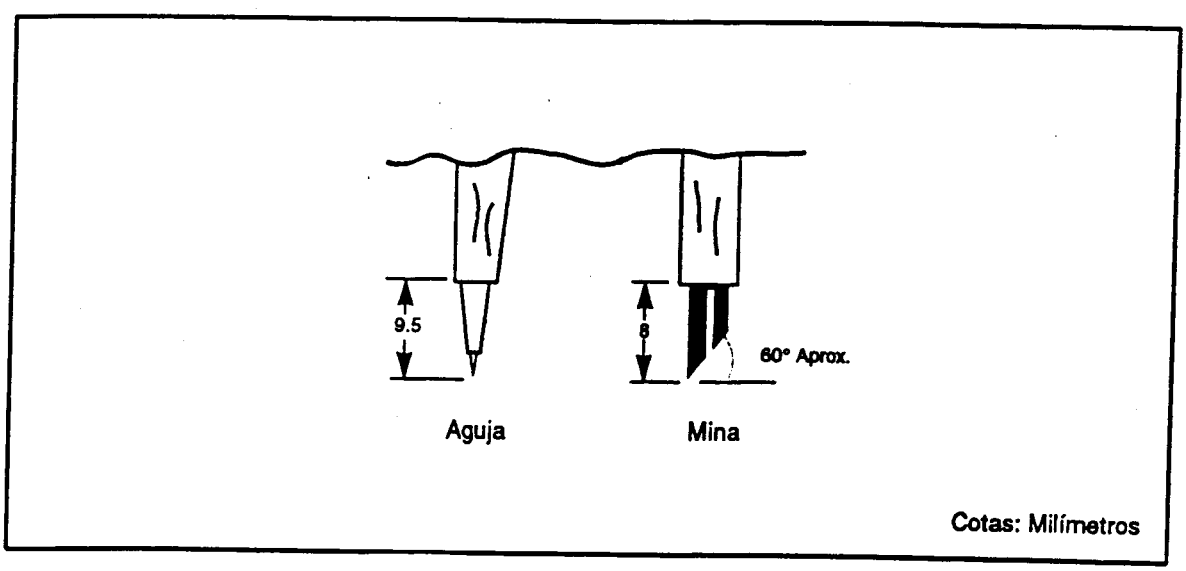


Figura 5.21. Afilado de la mina y nivel de altura en puntas

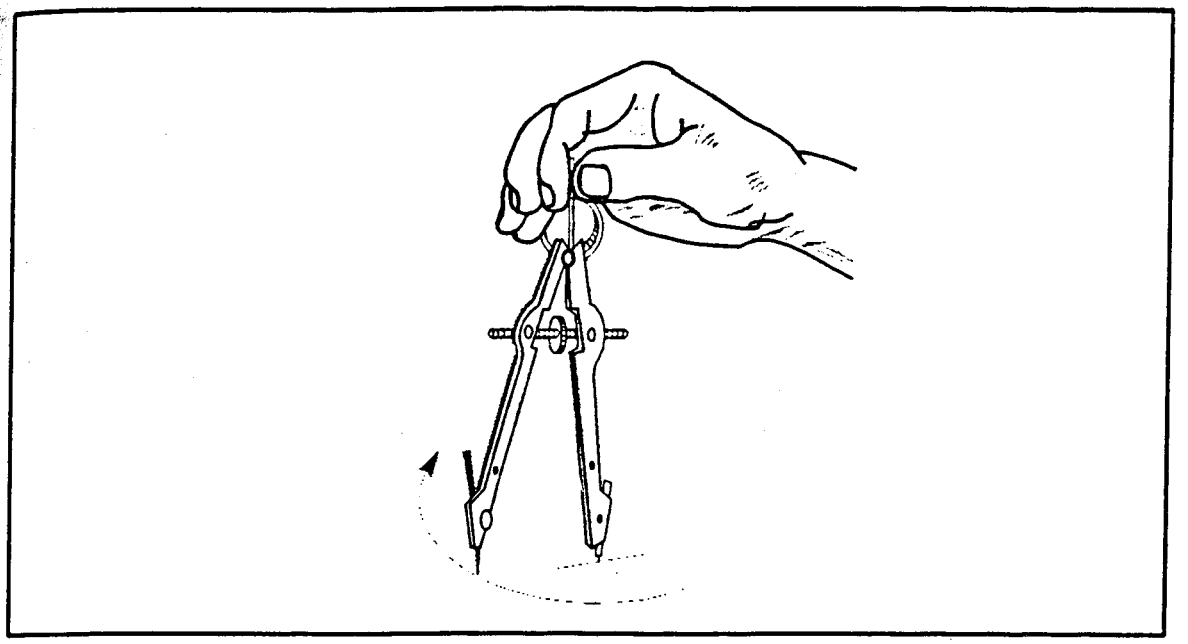


Figura 5.22. Manejo del compás

ESCALAS

Existen escalas o escalímetros en forma triangular y de cuerpo plano con bisel en los extremos.

Las escalas sólo deben usarse para medir, nunca para trazar líneas. En un dibujo siempre se debe indicar la escala que se empleó para su realización en el recuadro de información general.

Si se dibuja un objeto a su tamaño natural, se dice que el dibujo está realizado a escala "natural" o a escala 1:1. Cuando los objetos que se deben dibujar son demasiado grandes para realizarse a escala natural (casas, edificios, aviones, terrenos, mapas, etc.), se tienen que representar a una escala reducida. Una casa, por ejemplo, se tendría que reducir a la escala 1:100 (métrica), o en la escala pulgada-pie, 1:48 (1/4= 1 pie).

Por otra parte, cuando los objetos a dibujar son demasiado pequeños se tienen que representar a un tamaño mayor que el natural para que su forma se aprecie claramente. Este tipo de dibujo sería a escala aumentada; por ejemplo, para representar el engrane de un reloj de pulsera se podría dibujar a escala 5:1.

Muchas piezas mecánicas se dibujan a la mitad de su tamaño, 1:2 (una es a dos). Nótese que la escala del dibujo se expresa como una ecuación. El lado izquierdo de la ecuación representa la unidad del tamaño del dibujo, y el lado derecho la unidad del tamaño del objeto.

Los escalímetros son fabricados con muy diversas escalas combinadas, grabadas en sus superficies. La combinación de escalas ahorra al dibujante el calcular los tamaños de sus dibujos cuando utiliza una escala diferente a la natural.

ESCALAS EN EL SISTEMA MÉTRICO INTERNACIONAL (SI)

Este sistema, surgido del nombre francés "Le Systeme International D'unites", está remplazando todos los sistemas de medida anteriores, incluyendo a versiones previas del sistema métrico.

Al igual que los antiguos sistemas métricos, el SI tiene como base el sistema numérico decimal.

Los prefijos de las unidades se relacionan mediante factores como 10, 100 y 1 000 y gran parte de las operaciones aritméticas sólo incluyen el corrimiento de la marca decimal.

Las industrias de Estados Unidos y Canadá, que tienen una amplia distribución mundial de sus productos, incluyen ahora en sus materiales y partes, el sistema métrico, otras planean hacerlo en un futuro muy cercano.

El sistema inglés de "pulgada - libra" continúa usándose y se cubrirá en este capítulo; sin embargo, existe la tendencia de eliminarlo en forma paulatina.

ESCALAS MÉTRICAS QUE SE RECOMIENDAN

Aumentadas	Natural	Reducidas
1 000: 1	1:1	1: 2
500: 1		1: 5
200: 1		1: 10
100: 1		1: 20
50: 1		1: 50
20: 1		1: 100
10: 1		1: 200
5: 1		1: 500
2: 1		1: 1 000

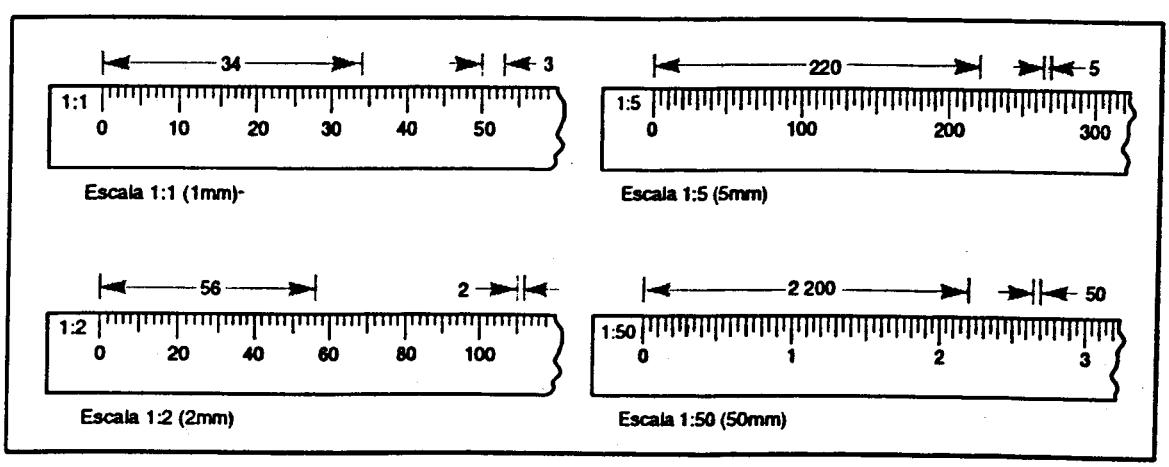


Figura 5.23. Escalas métricas

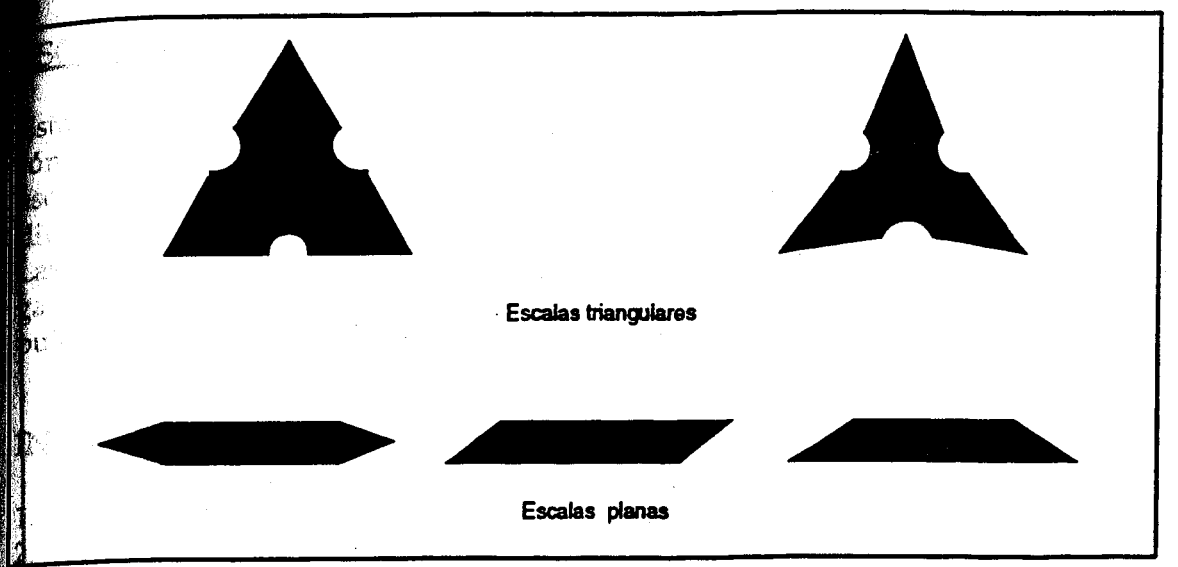


Figura 5.24. Forma de las escalas

ESCALAS GRADUADAS EN PULGADAS

Todavía no es tiempo de omitir este sistema. Independientemente de la penetración del sistema internacional, el sistema pulgada-libra continúa vigente en la industria. Muchos dibujos mecánicos siguen realizándose en pulgadas, divididas en fracciones comunes.

Aunque la pulgada también puede dividirse en 64 avos, conviene comenzar a comprenderla y visualizarla a partir de los 32 avos, como se muestra en la figura 5.26, donde se indica el valor progresivo de cada fracción.

La pulgada también se puede fraccionar en divisiones de 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 80 partes por pulgada. Esta última es conocida como la escala del Ingeniero Civil.

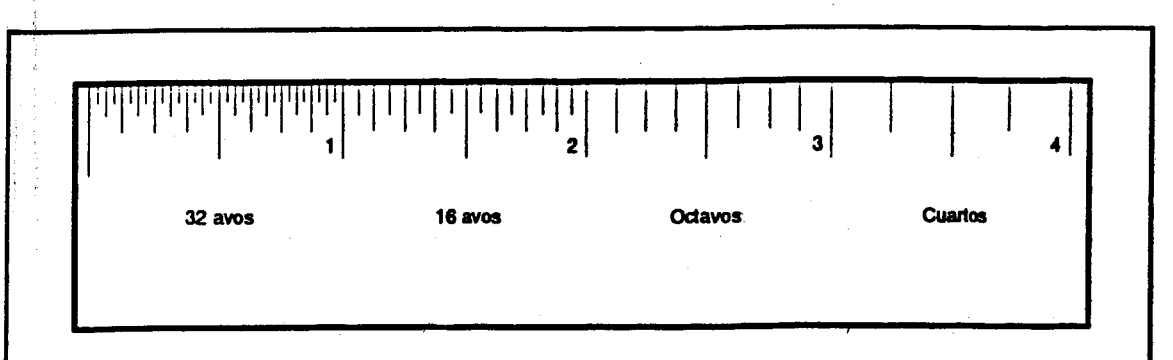


Figura 5.25. Fracciones comunes en la pulgada

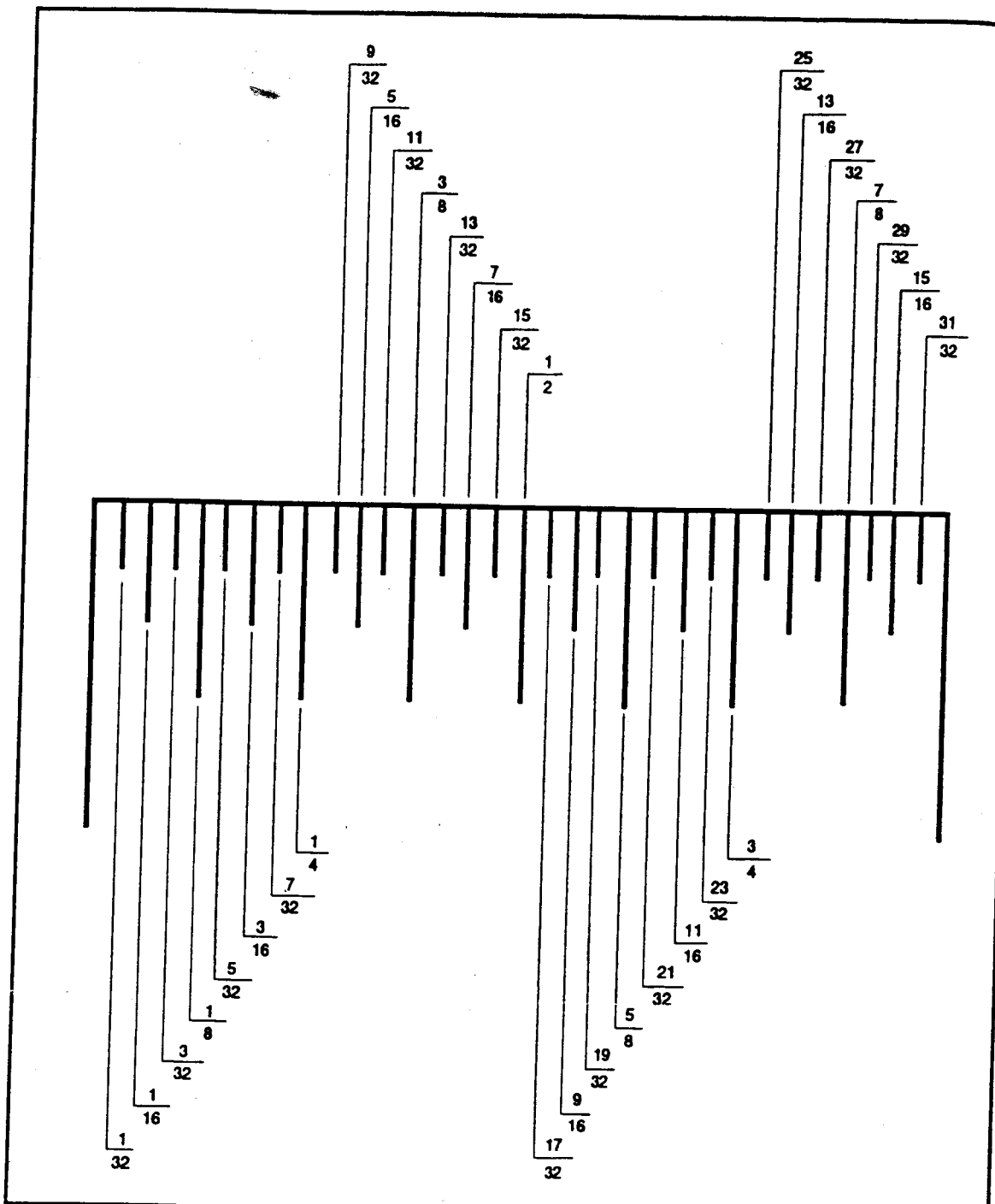


Figura 5.26. Fracciones detalladas de la pulgada

SCALAS GRADUADAS EN PIES

stas son utilizadas en el dibujo arquitec-ónico, su diferencia con respecto a la scala en pulgadas se basa en que cada ivisor representa un pie (12 pulgadas). as escalas más comunes son: 1/8 de pul-ada = 1 pie, 1/4 de pulgada = 1 pie, 1 ulgada, 1 pie y 3 pulgadas = 1 pie.

NSTRUMENTOS AUXILIARES

1. Cinta adhesiva.
2. Tablilla raspadora con lija. Se emplea para el afilado de las minas del compás.
3. Cojín limpiador: almohadilla rellena de borrador pulverizado. Se emplea para mantener protegida la hoja y los instrumentos del carbón que sueltan puntillas y minas.
   Su modo de empleo consiste en esparcir el polvo que suelta el cojín sobre la hoja de trabajo, manteniéndolo durante todo el proceso de elaboración del dibujo.
4. Cepillo para polvo. Sirve para retirar el polvo aplicado con el cojín y polvos en general.
5. Plantilla de borrar. Instrumento metálico de muy poco espesor, con perforaciones que facilitan el borrado de detalles pequeños.

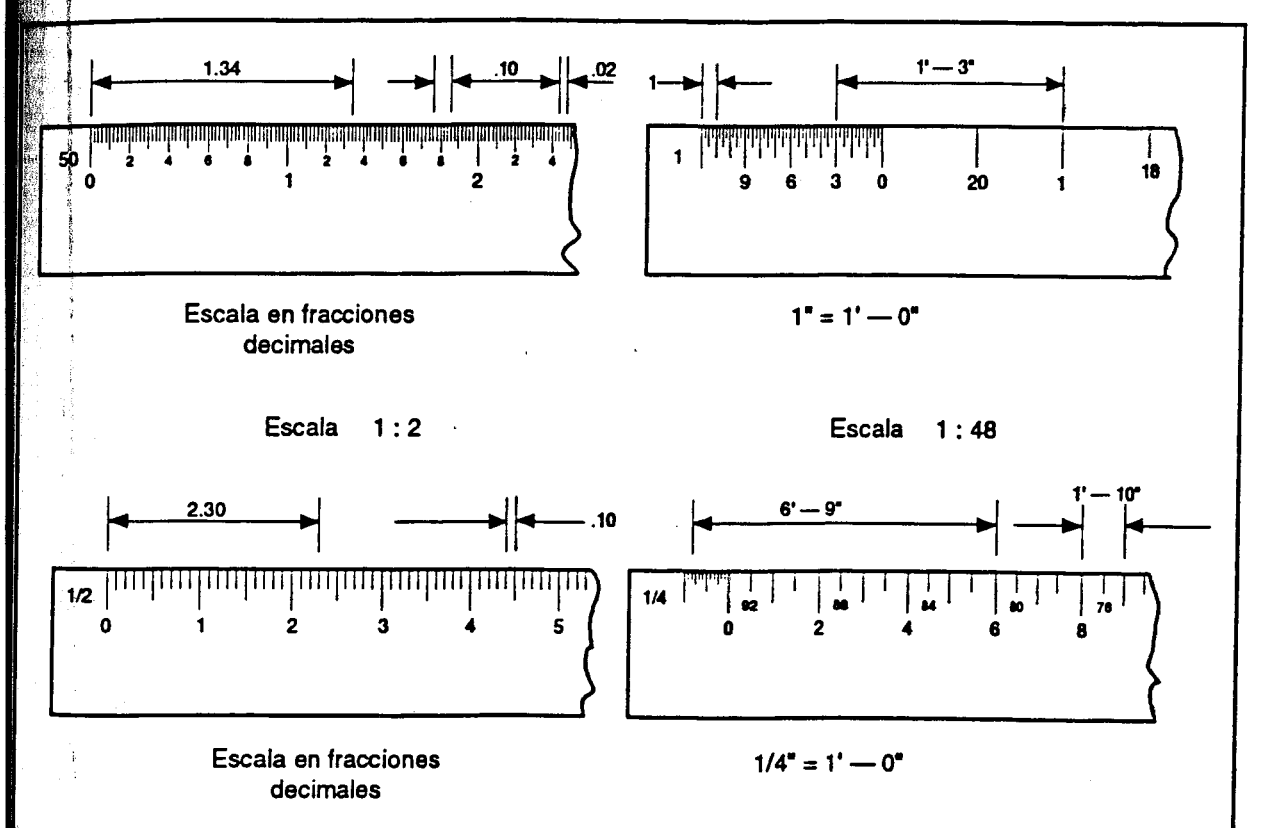


Figura 5.27. Escalas en pulgadas y pies

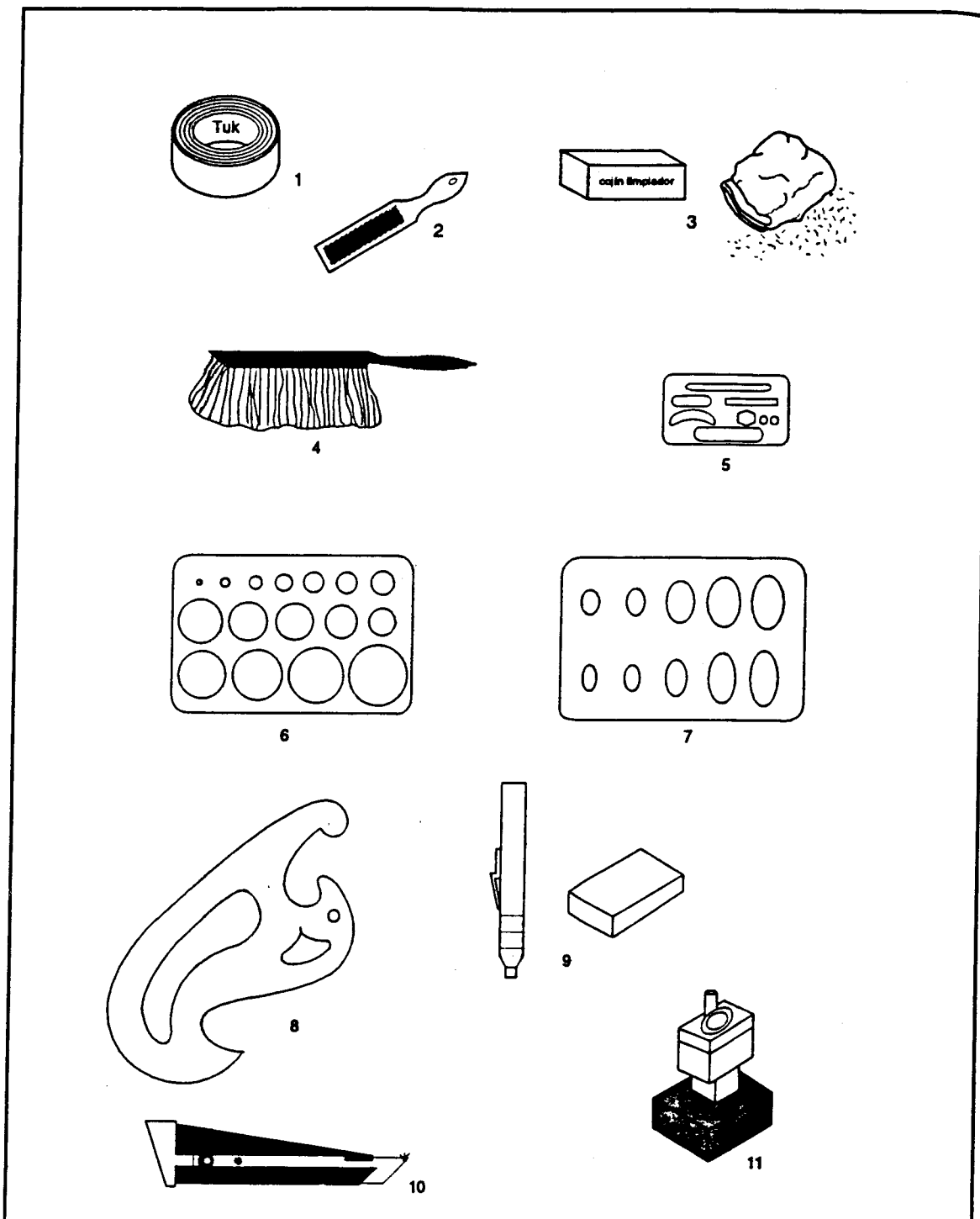


Figura 5.28. Instrumentos auxiliares de dibujo

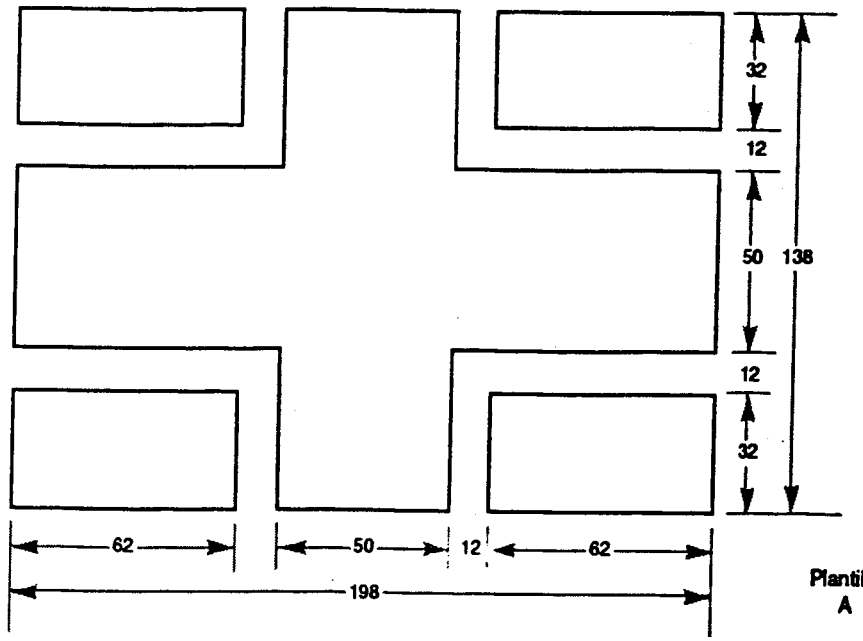
6. Plantilla de círculos. Se emplea para el redondeado de ángulos y cantos. También sirve para trazar círculos pequeños que difícilmente se pueden dibujar con el compás.
7. Plantilla de elipses. El trazo de elipses con plantilla facilita la realización de construcciones geométricas y dibujos ilustrativos.
8. Plantilla de curvas. Se emplea para el trazado de curvas irregulares, hipérbolas, parábolas, etc., basándose en la unión de puntos obtenidos mediante una construcción geométrica.
9. Borrador. En el dibujo técnico se usa de preferencia el borrador blanco. Los hay en barra y en tripa para portaborrador, que actualmente es el más utilizado.
10. Navaja corta papel. Su armadura facilita el apoyo de cortes rectos de papel.
11. Barrilito afilaminas. Instrumento diseñado especialmente para afilar en punta cónica las minas del lápiz semiautomático (portaminas).

EJERCICIOS

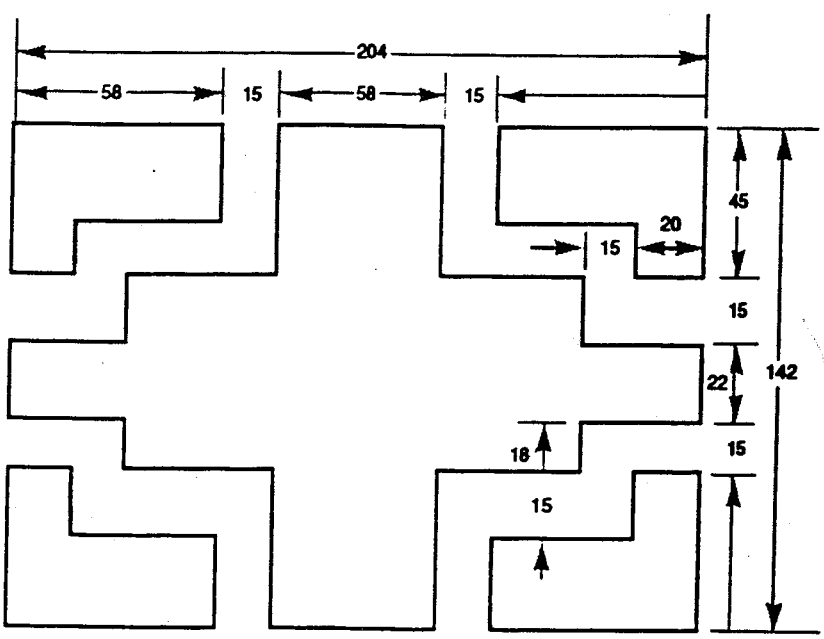
Los siguientes ejercicios están diseñados para desarrollar progresivamente la habilidad en el uso de instrumentos de dibujo. Deberán dibujarse en hojas de papel o láminas tipo B; es decir, papel ledger blanco de 11 x 17 pulgadas.

Toda línea trazada deberá quedar terminada en tono negro (usar puntillas HB, F y H). Las líneas no deben quedar en tono gris.

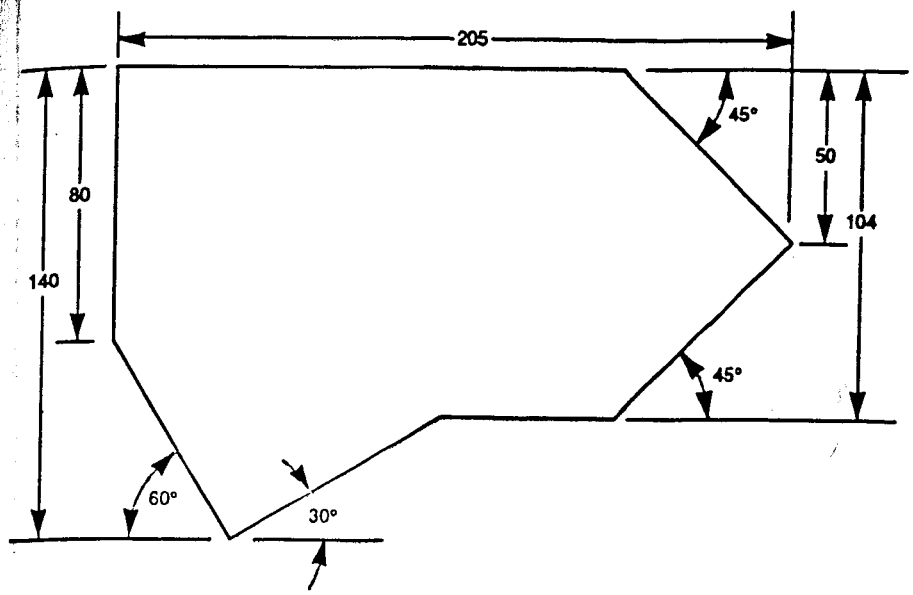
1. Trazar en toda el área de la lámina, cuadrícula de 10 milímetros cuadrados. (Ejercicio para líneas horizontales y verticales.)
2. Trazar en toda el área de la lámina, cuadrícula de 5 milímetros cuadrados.
3. Trazar al centro de la hoja un círculo de 100 milímetros de radio y dividirlo en 8 partes iguales.
4. Trazar al centro de la hoja un círculo de 100 milímetros de radio y dividirlo en 12 partes iguales.
5. Trazar al centro de la hoja un círculo de 100 milímetros de radio y dividirlo en 24 partes iguales.
6. Dividir la hoja en cuatro partes iguales y dibujar completo el ejercicio que indica la figura 5.17, con separaciones de 5 milímetros.
7. Dividir equidistantemente la hoja en 24 espacios cuadrados y dibújese en éstos, los 24 ángulos estándar que marca la fig. 5.15.
8. Trazar al centro de la hoja un círculo de 100 milímetros de radio y dividirlo en 36 partes iguales, utilizando el transportador.
9. Trazar al centro de la hoja un círculo de 100 milímetros de radio y dividirlo en 10 partes iguales, utilizando el transportador.
10. Trazar al centro de la hoja un círculo de 10 milímetros de radio y sobre ese mismo centro trazar círculos que su radio vaya en aumento progresivo de 5 milímetros (15, 20, 25, 30, 35 mm, etc.) el ejercicio deberá continuarse hasta topar con el margen horizontal. Las líneas deben quedar con un tono oscuro y espesor uniforme.



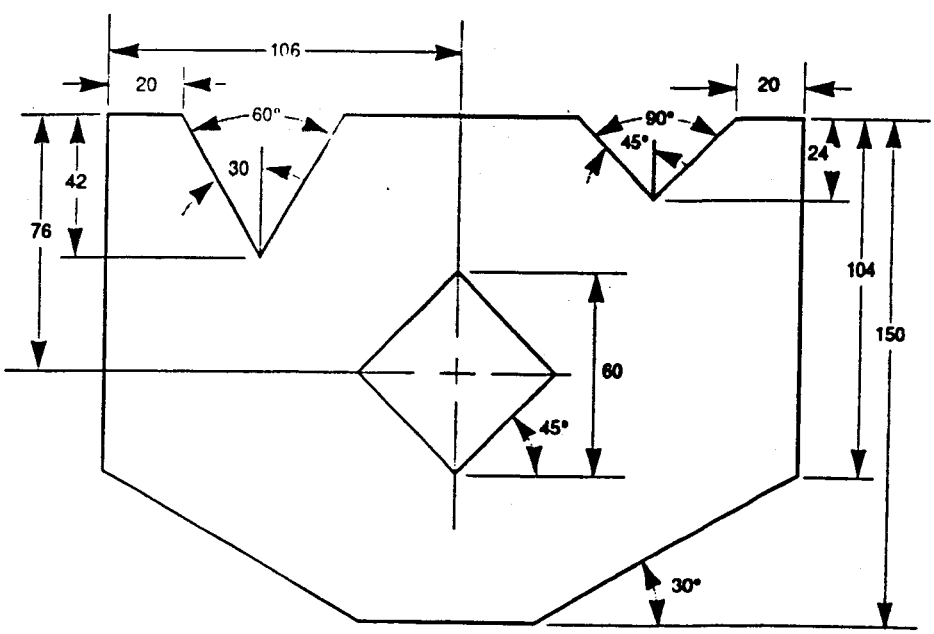
Plantilla A



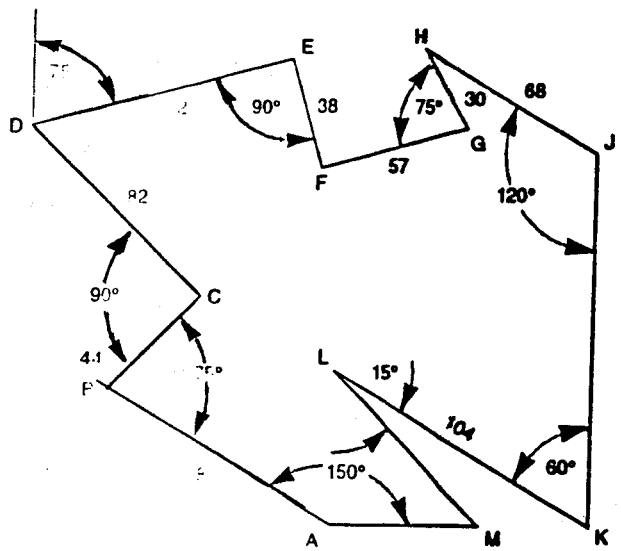
Plantilla B



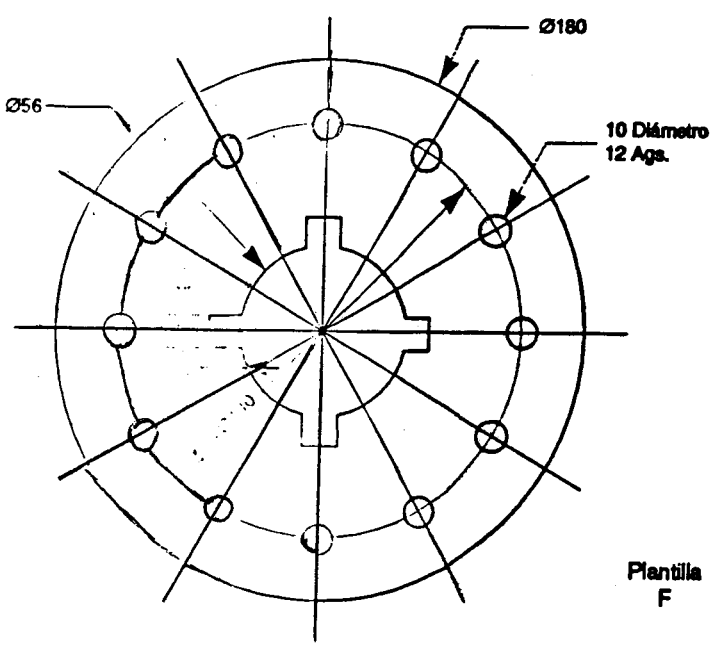
Plantilla C



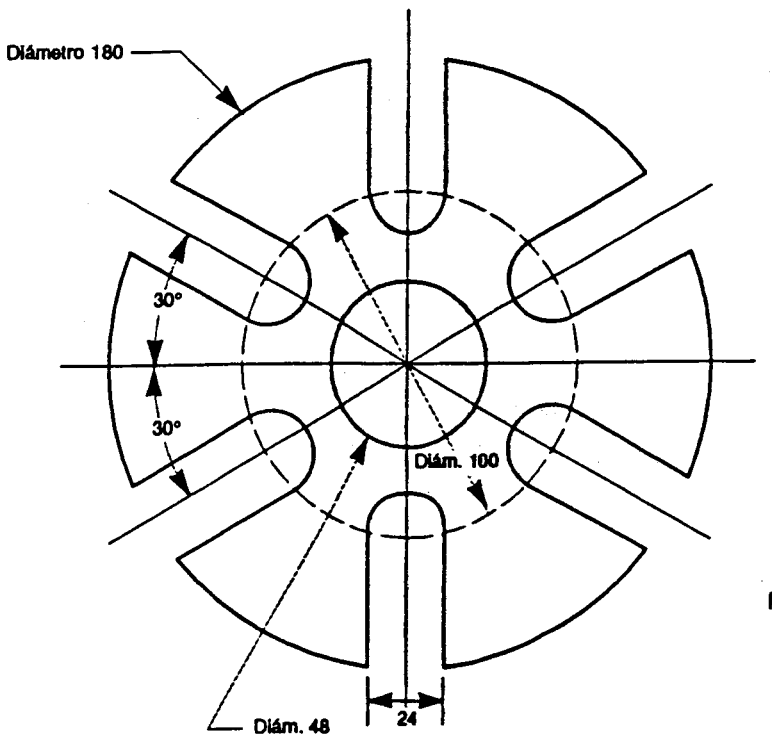
Plantilla D



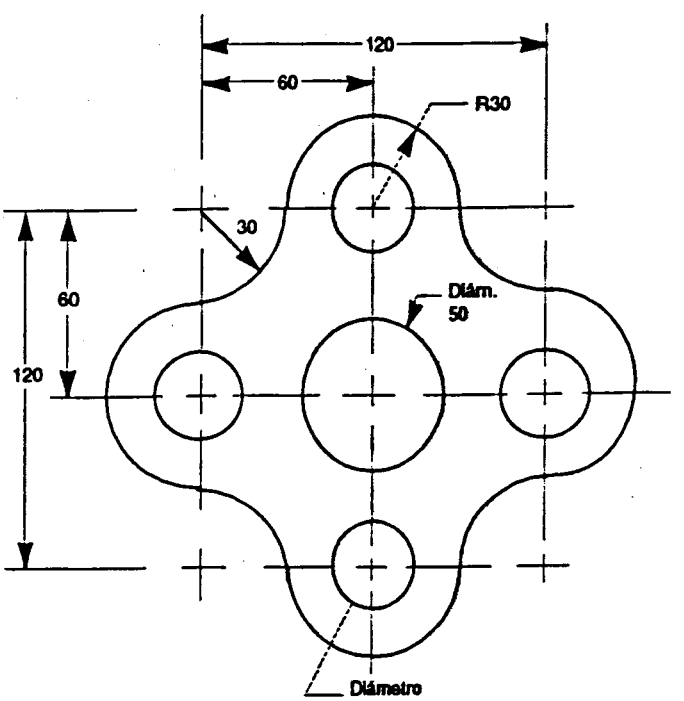
Plantilla
E



Plantilla
F



Plantilla G



Plantilla H

Capítulo 6

ALFABETO DE LÍNEAS

El dibujo técnico mecánico es un lenguaje gráfico y como tal debe tener su sistema de representación. Esto significa que si es un lenguaje, debe tener su alfabeto para que se pueda realizar su escritura.

En virtud de que estamos refiriéndonos a un "lenguaje gráfico", su representación dependerá de un alfabeto de líneas.

En este capítulo se cubrirán las líneas del alfabeto, según su forma, uso, tono, espesor y ejemplos.

DESCRIPCIÓN DE LÍNEAS

En primer lugar, hay que especificar que de todas las líneas del alfabeto sólo dos

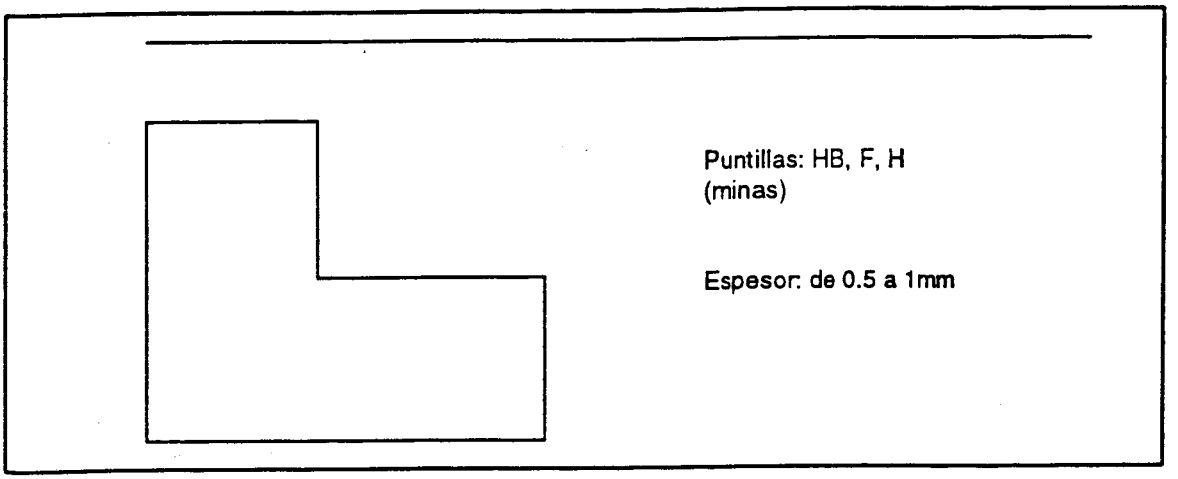


Figura 6.1. Línea de contorno visible

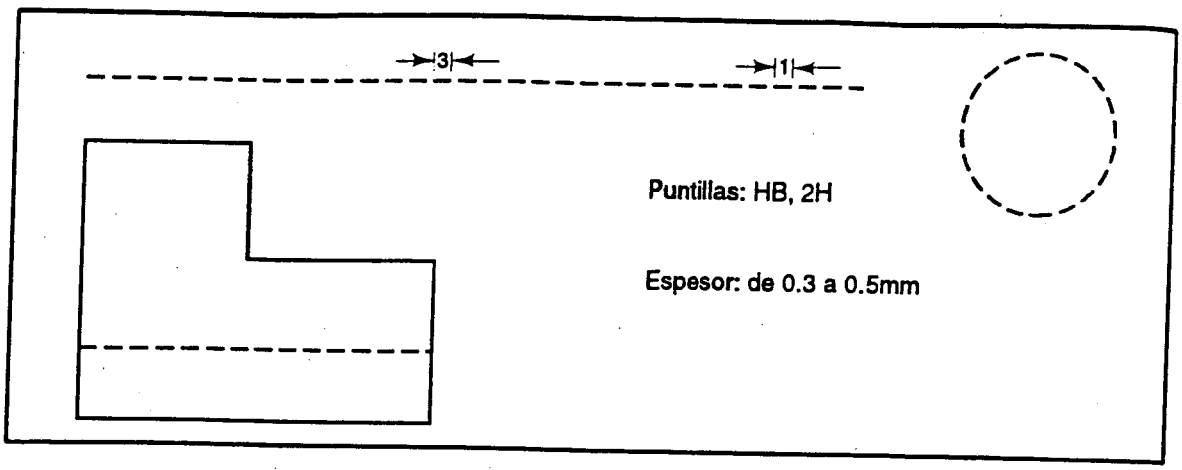


Figura 6.2. Línea de contorno oculto

de ellas describen la forma del objeto, son: la línea de contorno visible y la línea de contorno oculto; el resto de ellas indican referencias de tamaño, posición, movimiento, material, etc.

Las líneas que se describirán en este capítulo son para trazarse con puntillas de carbón o de plástico. Aquéllas no varían en su tono; es decir, todas deben ir trazadas en tono negro. Su variación

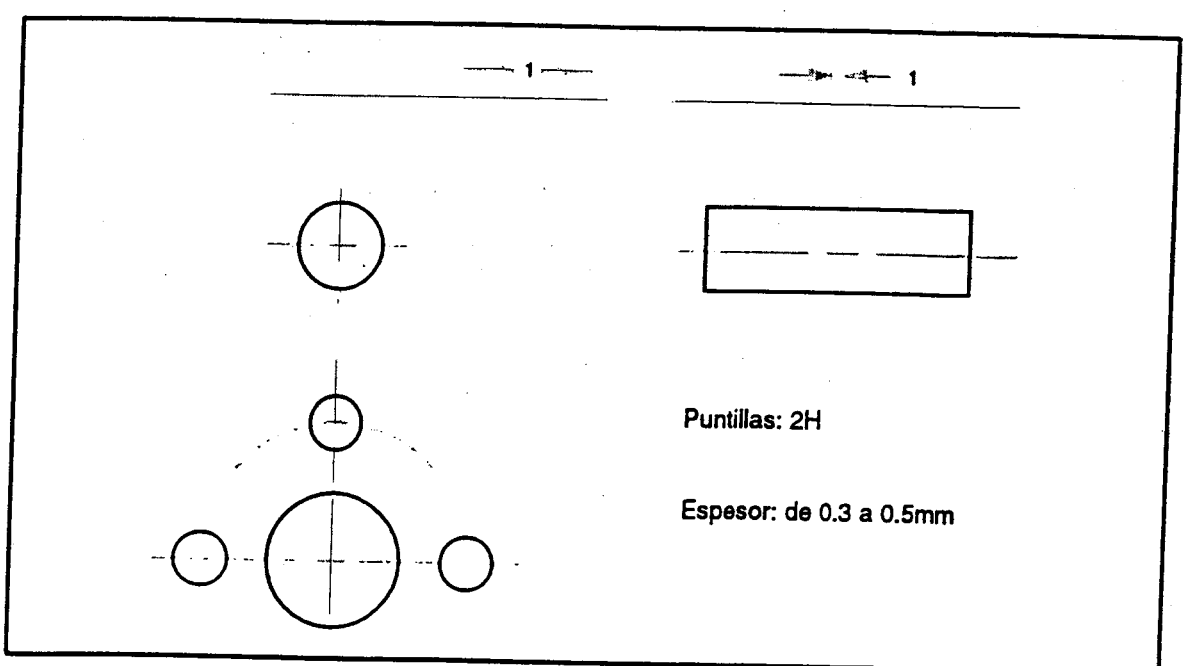


Figura 6.3. Línea de centro

se da en la forma y el espesor. El alfabeto de líneas no acepta que un dibujo en detalle terminado contenga líneas grises.

LÍNEA DE CONTORNO VISIBLE

Ésta indica la silueta exterior del objeto, todo lo que se ve; es decir, las formas principales. Se le considera la línea más importante, por lo que su espesor debe sobresalir de las demás (figura 6.2).

LÍNEA DE CONTORNO OCULTO

Indica las partes del objeto que exteriormente no podemos ver, pero que son completamente necesarias de representar.

LÍNEA DE CENTRO

Identifican el centro de partes circulares y agujeros. Sirve también para identificar objetos cilíndricos, vistos desde una posición no circular (figura 6.3).

Esta línea se puede trazar en forma vertical, horizontal, en cruz y circular.

LÍNEAS DE EXTENSIÓN Y ACOTACIÓN

Señalan las tangencias y sección específica en diferentes partes de la pieza, usadas para representar una medida dimensional.

LÍNEA DE PLANO DE CORTE

En una vista frontal, muestra la dirección en que se corta imaginariamente una pieza. En el dibujo se le agregan flechas indicadoras de la posición del observador (figura 6.5).

LÍNEA DE SECCIONADO

Su trazado consiste en un rayado continuo que representa una superficie que aparen-

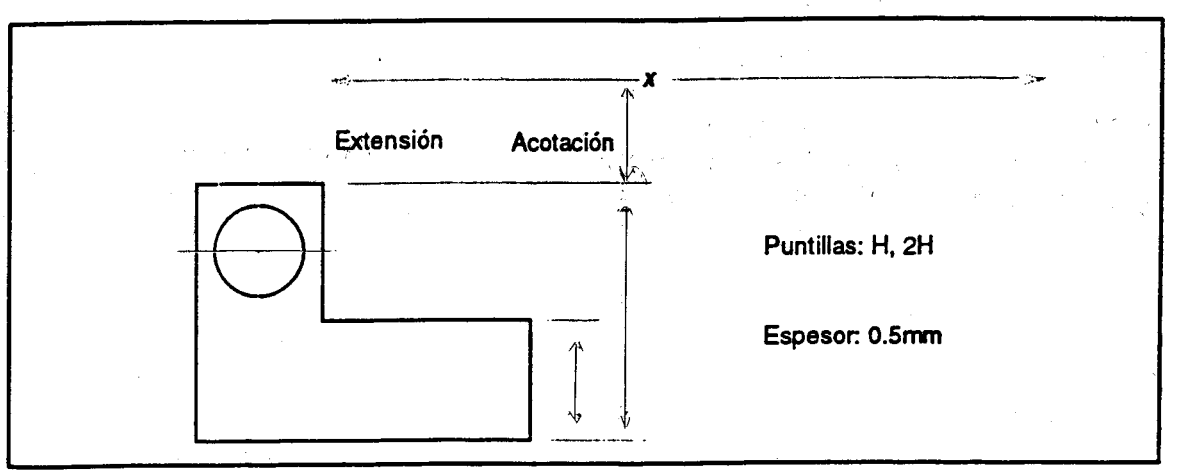


Figura 6.4. Líneas de extensión y acotación

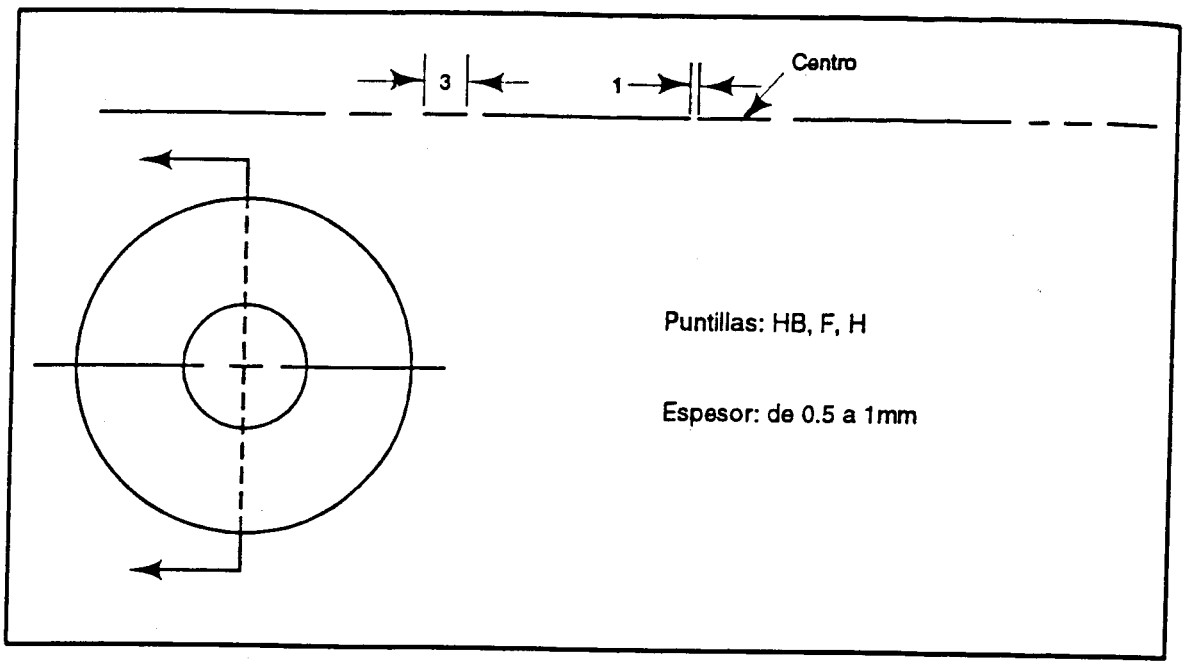


Figura 6.5. Línea de plano de corte

temente se cortó del objeto, con el fin de mostrar claramente el detalle.

La forma de esta línea varía de acuerdo con el tipo de material del objeto, aunque hay una línea específica para uso en general.

LÍNEA DE ROTURA CORTA

Se usa en cortes parciales, cuando se tiene un detalle pequeño que mostrar; también se utiliza para acortar longitudes. Su trazo es a mano alzada.

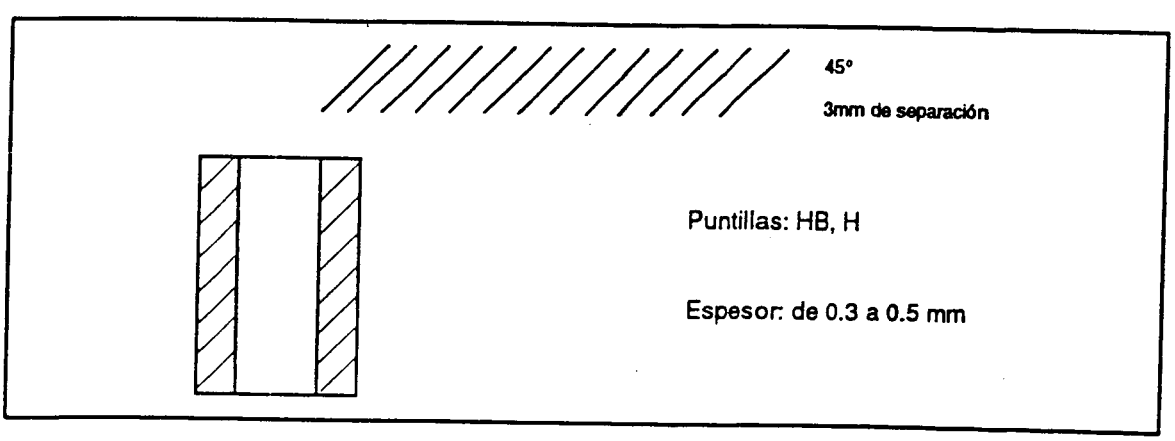


Figura 6.6. Línea de seccionado

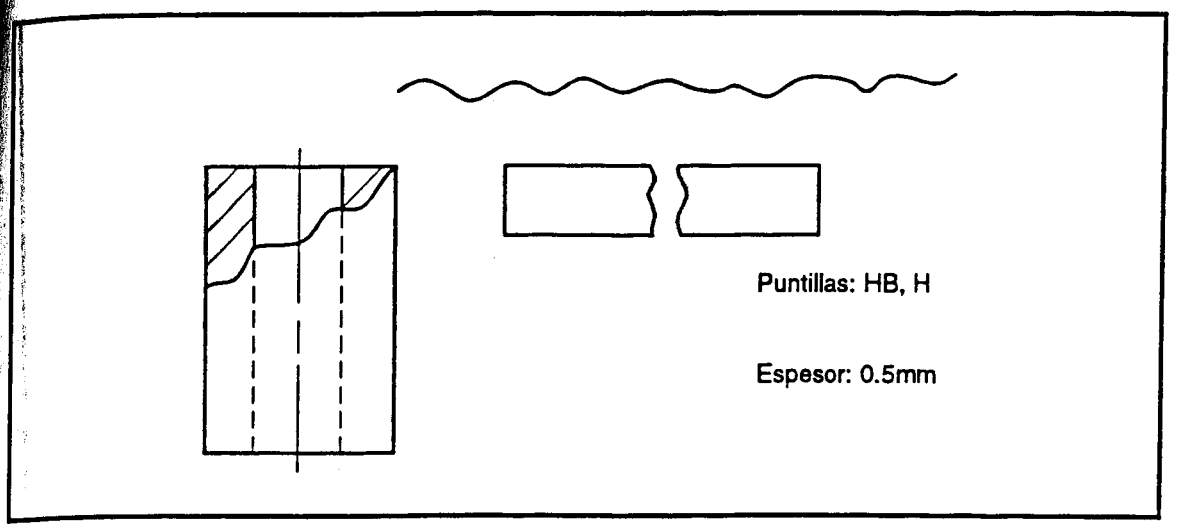


Figura 6.7. Línea de rotura corta

LÍNEA DE ROTURA LARGA

Esta línea se emplea para acortar la vista de una parte larga y de tamaño considerable.

LÍNEA ESPECTRAL O FANTASMA

Muestra el detalle repetido de un dibujo e indica el movimiento alternado del objeto en su funcionamiento.

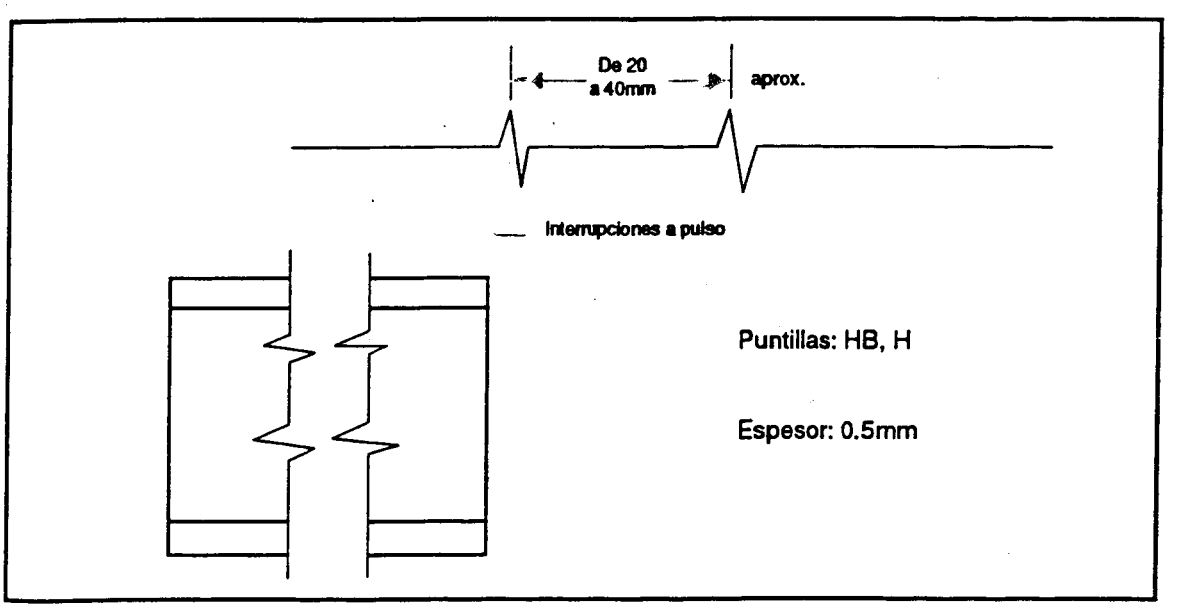


Figura 6.8. Línea de rotura larga

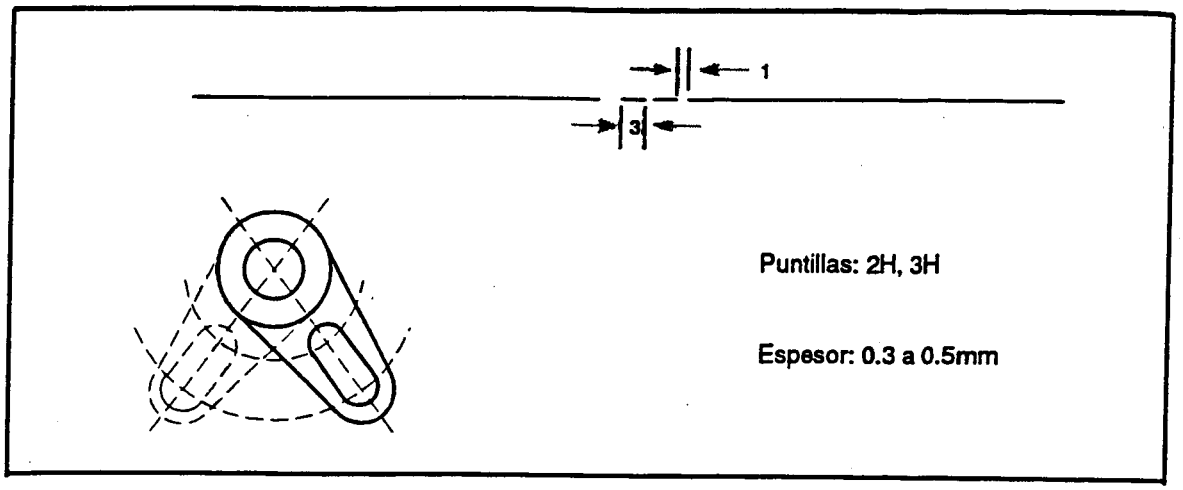


Figura 6.9. Línea fantasma

LÍNEA DE CONSTRUCCIÓN

Sirve para el trazado preliminar del dibujo, después se retiñe o se borra. Es la única línea que se puede trazar en tono gris, ya que después se corrige.

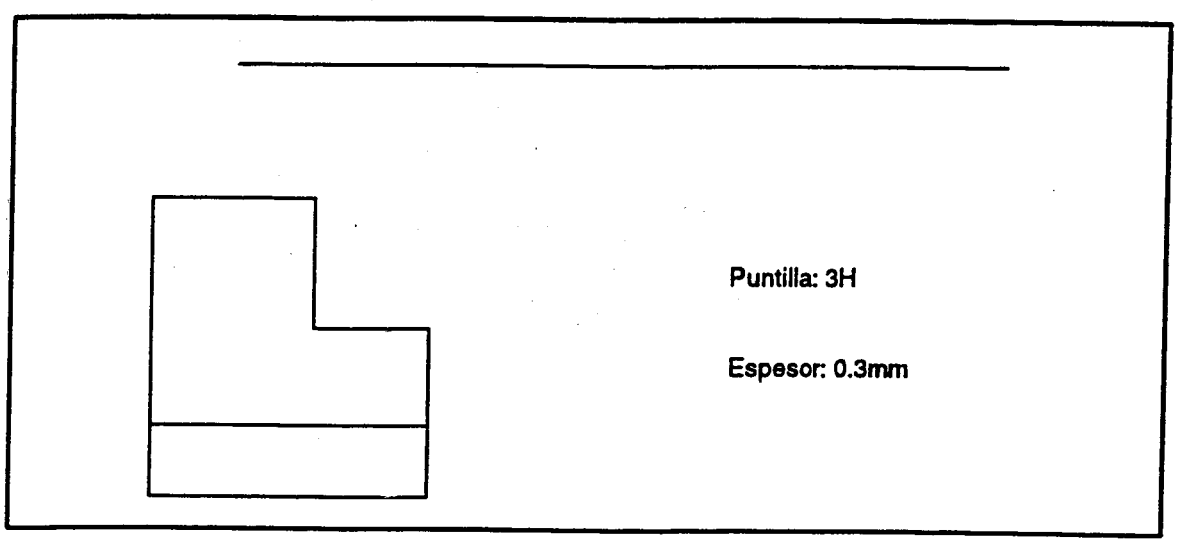


Figura 6.10. Línea de construcción

Capítulo 7

CONSTRUCCIONES GEOMÉTRICAS

Cada parte o sección de alguna figura u objeto realizado en el dibujo técnico es descrita mediante una construcción geométrica.

Las construcciones geométricas proporcionan una técnica específica para el trazado práctico de formas, división de espacios, obtención de tangencias y centros.

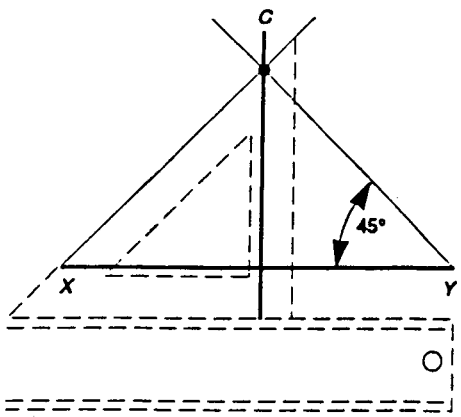
Las figuras 3.3 y 3.4 muestras la clasificación general de formas y cuerpos geométricos. En este capítulo se cubrirá la técnica de trazado de construcciones geométricas con instrumentos.

TRAZADO DE LA MEDIATRIZ DE UNA RECTA

Sistema A

Habiendo trazado la línea X-Y

1. Ábrase el compás a un radio que sea mayor que la mitad de A-B.
2. Tómense X y Y como centros, encájese el compás y trácense dos arcos que se crucen arriba y abajo de la línea X-Y, formando los puntos C y D.
3. La matriz es la recta que se forma al unir C-D y que divide X-Y en dos partes iguales.

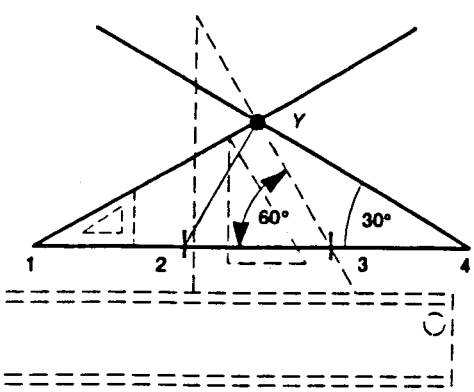


Sistema B

Habiendo trazado la línea X-Y

1. Trácense a partir de X y Y, líneas a 4
o 60° que se intersequen o crucen ar
ba de X-Y.
2. La intersección forma el punto C.
3. Trácese una línea perpendicular a
(vertical) que formará la mediatriz d
X-Y.

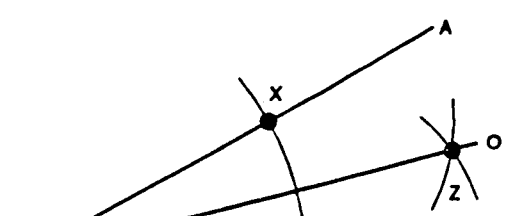
DIVISIÓN DE UNA RECTA EN TRES PARTES IGUALES



Habiendo trazado la línea 1-4

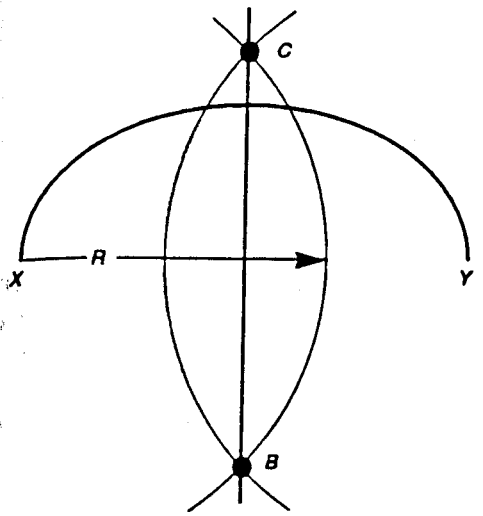
1. Trácense líneas a 30° a partir de 1 y 4
que al cruzarse formen el punto Y.
2. Trácense líneas a 60° a partir de Y qu
corten A-B en los puntos 2 y 3.
3. 1-2, 2-3 y 4-4 son partes iguales.

TRAZADO DE LA BISECTRIZ DE UN ÁNGULO



Habiendo trazado el ángulo ABC

1. Trácese un arco, de radio conveniente,
para obtener X, sobre B-A y Y sobre
B-C.
2. Tomando como centros X y Y con
radios iguales, trácense dos arcos que
se crucen para obtener Z.
3. Al unir los puntos B-Z se obtiene la
línea B-O, que es la bisectriz del ángulo.



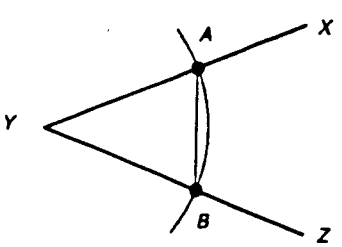
TRAZADO DE LA BISECTRIZ DE UN ARCO

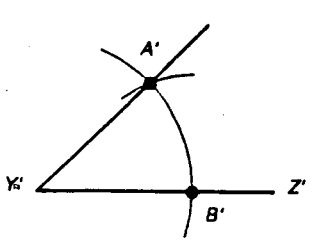
Habiendo trazado el arco X-Y

1. Ábrase el compás a un radio que sea mayor que la mitad de X-Y.
2. Tómese X y Y como centros y trácense dos arcos que se crucen arriba y abajo del arco X-Y, formando los puntos A y B.
3. La bisectriz es la recta que se forma al unir A-B y que divide en dos partes iguales al arco.

CONSTRUCCIÓN DE UN ÁNGULO IGUAL A OTRO DADO

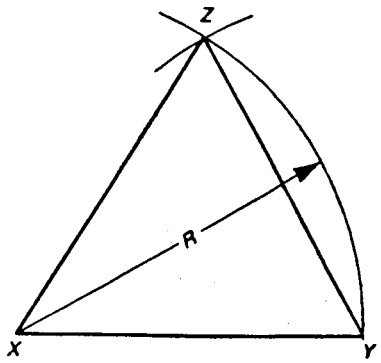
Habiendo trazado el ángulo XYZ y la línea Y'-Z





1. La línea Y'Z' es igual al rayo Y-Z del ángulo XYZ.
2. Tomando Y como centro, trácese un arco con radio conveniente para obtener los puntos A, B.
3. Utilizando Y' como centro, trácese el mismo radio para obtener B'.
4. Con B' como centro y la cuerda A-B como radio, trácese un arco para obtener A'.
5. Uniéndose Y' y A', se obtiene el ángulo.

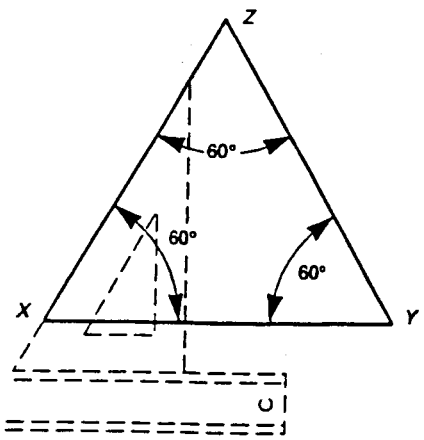
CONSTRUCCIÓN DE UN TRIÁNGULO EQUILÁTERO



Sistema A

Habiendo trazado el lado X-Y

1. Tomando X y Y como centros, trácense arcos con radios al tamaño de X-Y, que al intersectarse formen el punto Z.
2. Uniendo los puntos X-Z y Z-B, se forma el triángulo equilátero.

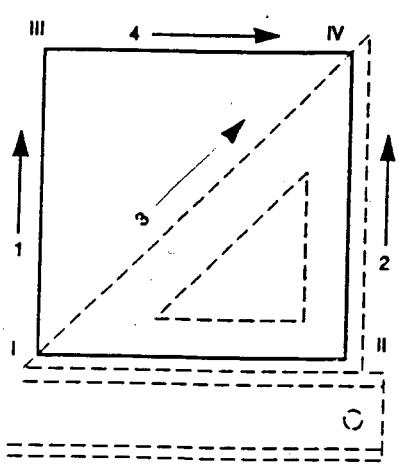


Sistema B

Habiendo trazado el lado X-Y

1. Trácense líneas a 60° a partir de X y Y que al unirse formen el punto Z y se obtenga el triángulo equilátero.

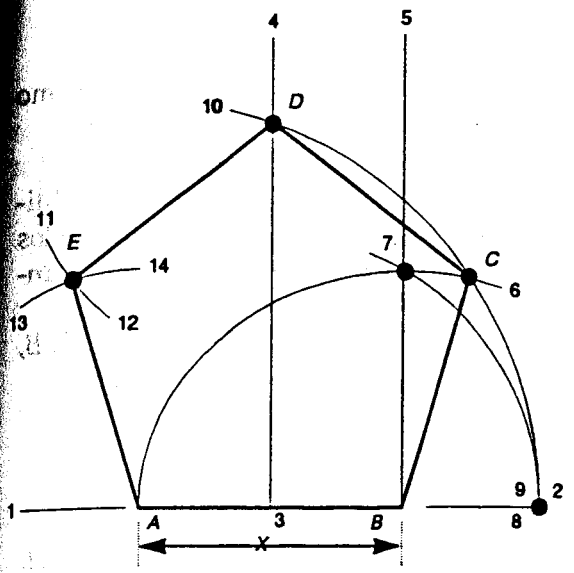
CONSTRUCCIÓN DE UN CUADRADO



Habiendo Trazado el lado I-II

1. Trácense perpendiculares a la línea A-B, por los puntos I y II.
2. Ubíquese la escuadra de 45° a partir del punto I y en la intersección de este ángulo con la perpendicular que sale de II, obténgase el punto IV.
3. Trácese III-IV, paralela a I-II, por IV, para complementar el cuadro.

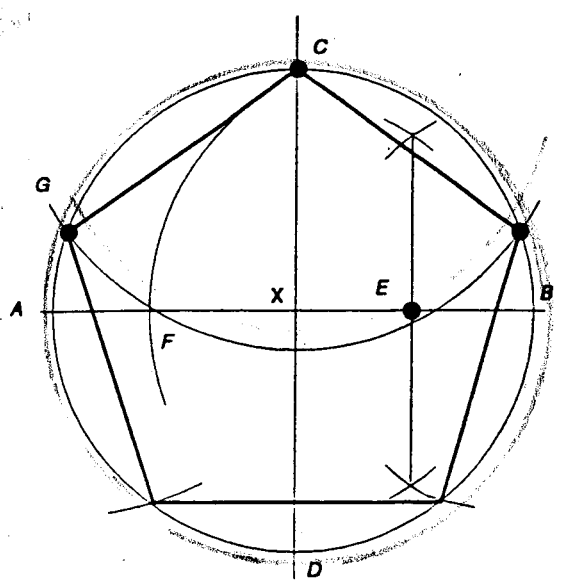
CONSTRUCCIÓN DE UN PENTÁGONO REGULAR



Sistema A

Habiendo trazado el lado X del pentágono

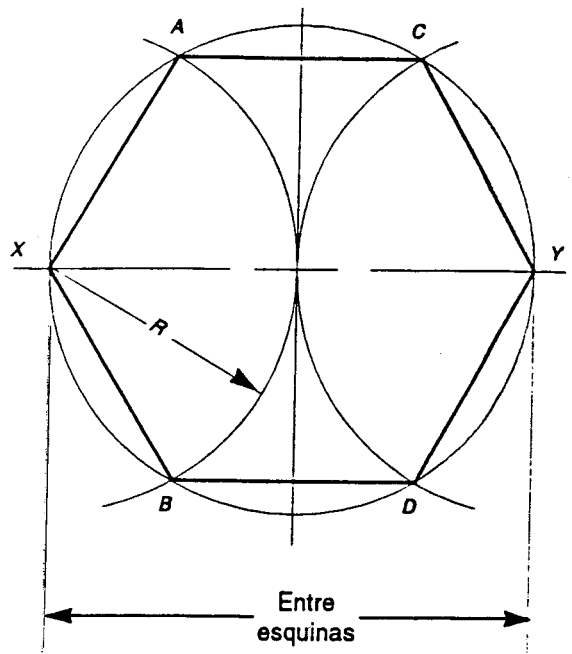
1. Trazar la recta 1-2 y sobre ésta marcar los puntos A y B, de modo que la distancia entre estos puntos sea igual a X.
2. Marcar el punto 3 al centro de A-B.
3. Trazar las rectas 3-4 y B-5 perpendiculares al segmento A y B en los puntos 3 y B.
4. Trazar el arco A-6, con centro en B y radio X. El arco A-6 corta B-5 en el punto 7.
5. Trazar el arco 7-8 con centro en 3 y radio 3-7. El arco 7-8 corta a 1-2 en el punto 9.
6. Trazar el arco 9-10 con centro en A y radio A-9. El arco 9-10 corta 3-4 en el punto D, y al arco A-6 en el punto C.
7. Trazar el arco 11-12 con centro en D y radio X.
8. Trazar el arco 13-14, con centro en A y radio X. El arco 13-14 corta al 11-12 en el punto E. A, B, C, D y E, forman el pentágono.



Sistema B

Habiendo trazado el círculo con centro en X

1. Trácense los diámetros perpendiculares A-B y C-D.
2. Trácese la mediatriz de X-B, para obtener el punto E.
3. Tomando E como centro y E-C como radio, trácese el arco C-F.
4. Tomando C como centro y C-F como radio, trácese el arco F-G.
5. C-G es un lado del pentágono, al trazar esta distancia alrededor de la circunferencia se obtienen los vértices restantes.



CONSTRUCCIóN DE UN HEXÁGONO REGULAR

Sistema A
(Entre esquinas)

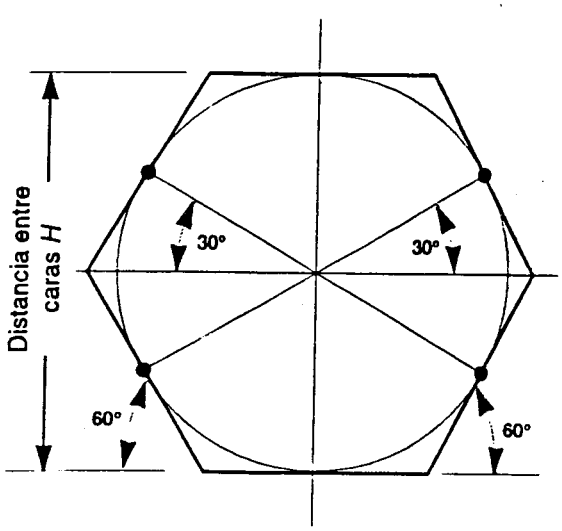
Habiendo trazado el círculo con X-Y como diámetro

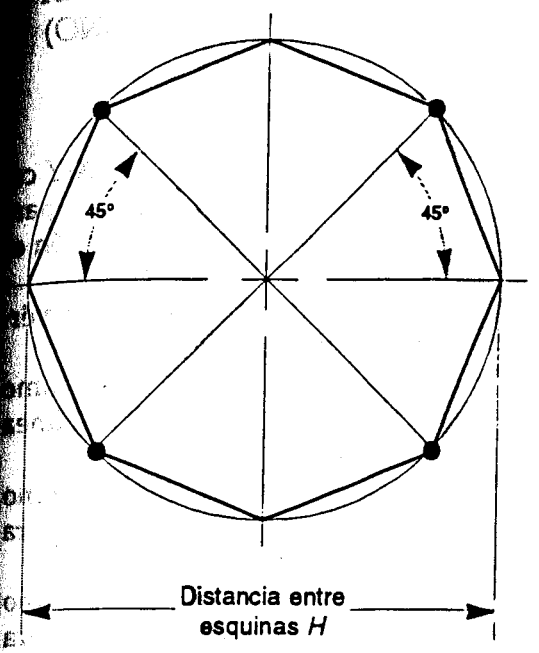
1. Tomando X y Y como centros, utilizando el radio del círculo, trácense los arcos A-B y C-D que corten la circunferencia.
2. Uniéndose los puntos X, A, C, Y, D, B, se obtiene el hexágono.

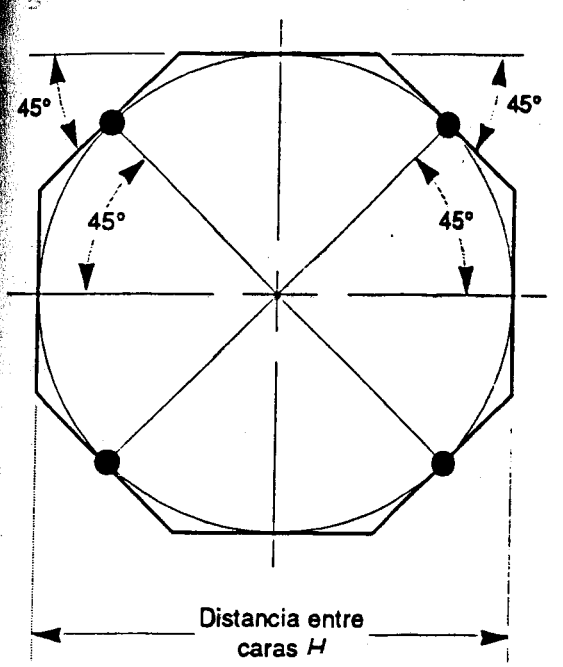
Sistema B
(Entre caras)

Habiendo trazado la distancia entre caras *H*.

1. Trácese un círculo con un diámetro igual a la distancia entre caras *H*.
2. Trácense a partir del centro del círculo, ángulos de 30° para obtener el punto de tangencia de los lados del hexágono.
3. Trácense líneas a 60°, tangentes a la circunferencia.
4. Complétese el hexágono con líneas horizontales tangentes a la circunferencia, que corten las líneas de 60°.







CONSTRUCCIÓN DE UN OCTÁGONO REGULAR

Sistema A
(Entre esquinas)

Habiendo trazado el círculo con diámetro igual a la distancia entre esquinas *H*.

1. Trácense líneas a 45° del centro del círculo hacia la circunferencia.
2. Únanse los puntos formados por las líneas de centro y las de 45° para obtener el octágono.

Sistema B
(entre caras)

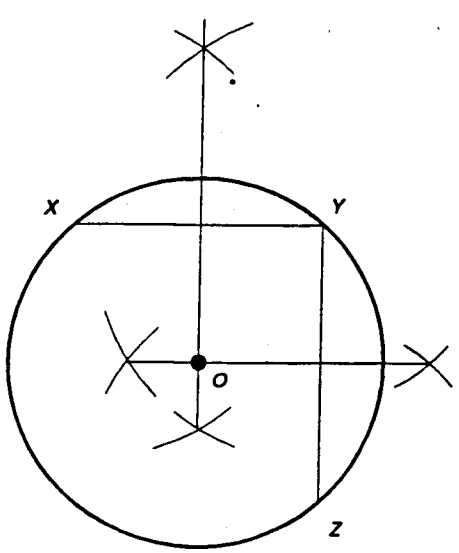
Habiendo trazado el círculo con diámetro igual a la distancia entre caras *H*.

1. Trácense líneas a 45° del centro del círculo hacia la circunferencia, para obtener los puntos de tangencia de los lados del octágono.
2. Trácense líneas horizontales y verticales tangentes al círculo.
3. Dibújense las líneas inclinadas del octágono a 45°, sobre las tangencias obtenidas en el núm. 1, y complétese el octágono.

CONSTRUCCIÓN DE CUALQUIER POLÍGONO REGULAR, DADO UN LADO (EJEMPLO: HEPTÁGONO)

Habiendo trazado el lado X-Y

1. Trácese un medio círculo con X-Y co mo radio y divididas en 7 partes, par el polígono de ejemplo (la división e según el polígono a trazar).
2. El punto 2 es siempre uno de los vér tices del polígono y X-2 un lado.
3. Tomando Y como centro y X-Y como radio, trácese un arco sobre la línea X-6 para obtener el punto A.
4. Utilizando el mismo radio y A como centro, trácese otro arco sobre X-5 para obtener el punto B.
5. Utilizando el mismo radio y E como centro, trácese un arco sobre X-3 para obtener el punto D y D como centro para obtener sobre X-4 el punto N. Uniendo X, Y, A, B, C, D y E se obtiene el heptágono.

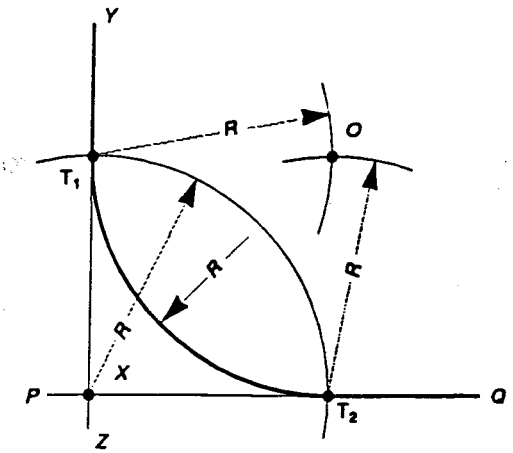


CONSTRUCCIÓN PARA OBTENER EL CENTRO DE UN CÍRCULO

Habiendo trazado los puntos X, Y y Z sobre la circunferencia.

1. Únanse los puntos en líneas rectas para obtener las cuerdas X-Y y Z-Y.
2. Trácense las mediatrices del X-Y y Z-Z. La intersección o cruce de estas mediatrices (punto O) es el centro del círculo.

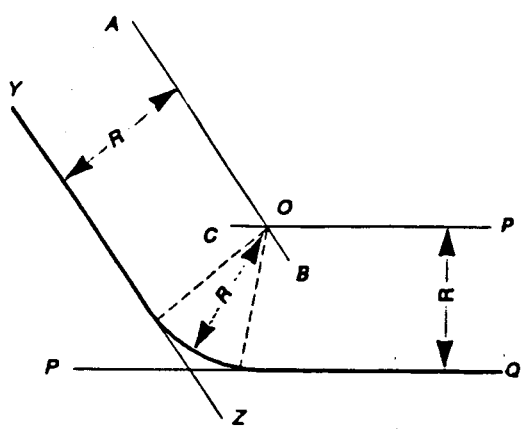
CONSTRUCCIÓN DE UN ARCO CIRCULAR TANGENTE A DOS LÍNEAS



Sistema A arco en ángulo recto

Habiendo trazado las líneas Y-Z y P-Q perpendiculares entre si y el radio R del arco requerido.

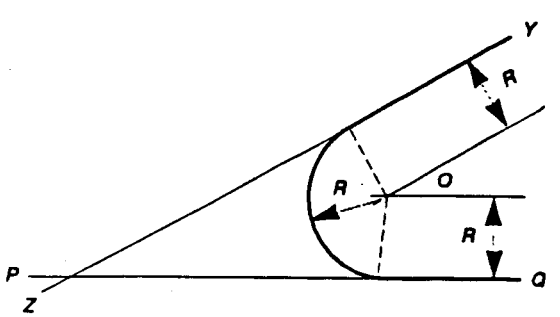
1. Utilizando la intersección *X* de las rectas como centro y R como radio, trácese un arco para obtener los puntos T_1 y T_2 (tangencias).
2. Con T_1 y T_2 como centros y el mismo radio R, trácense arcos que se intersequen para obtener el centro 0, del arco circular requerido.



Sistema B arco en ángulo obtuso

Habiendo trazado las líneas Y-Z y P-Q en ángulo obtuso y el radio R del arco requerido.

1. Trácense las líneas A-B y C-D, paralelas a las líneas dadas a una distancia R.
2. El punto de intersección de las líneas paralelas es el centro 0 del arco circular requerido.

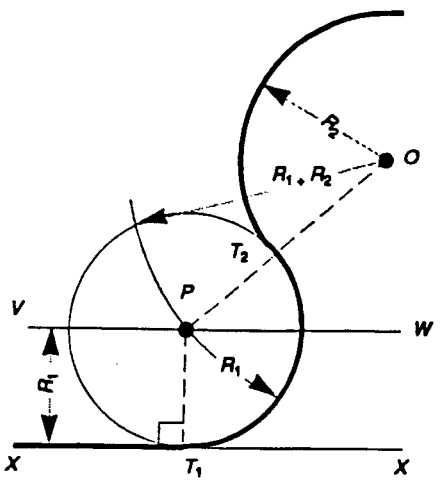


Sistema C arco en ángulo agudo

Habiendo trazado las líneas Y-Z y P-Q en ángulo agudo y el radio R del arco requerido.

Debe seguirse la secuencia de obtención de paralelismo e intersecciones del sistema anterior.

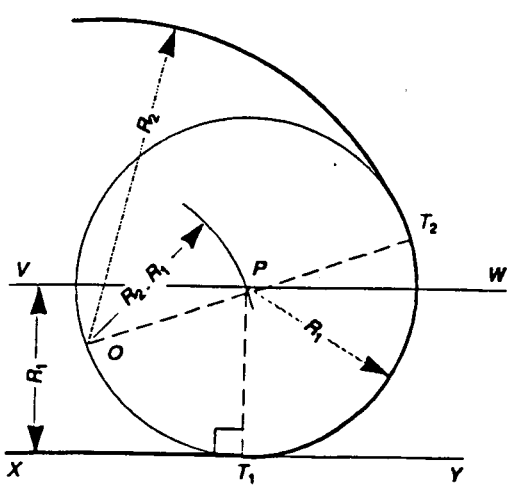
CONSTRUCCIÓN DE UN ARCO CIRCULAR TANGENTE A UN CÍRCULO Y A UNA RECTA



Ejemplo A arcos escalonados

Habiendo trazado la línea X-Y y el arco circular con centro O.

1. R_1 es el radio del arco requerido.
2. Trácese la línea V-W, paralela a X-Y a una distancia R_1.
3. R_2 es el radio del arco circular dado, con centro O.
4. Trácese un arco con centro en O y un radio igual a $R_1 + R_2$, que se circule con la línea V-W, para obtener el punto P.
5. Uniendo P y O se obtiene la tangencia T_2 y trazando de P hacia X-Y una perpendicular, se obtiene la tangencia T_1.
6. P es el centro del arco requerido.

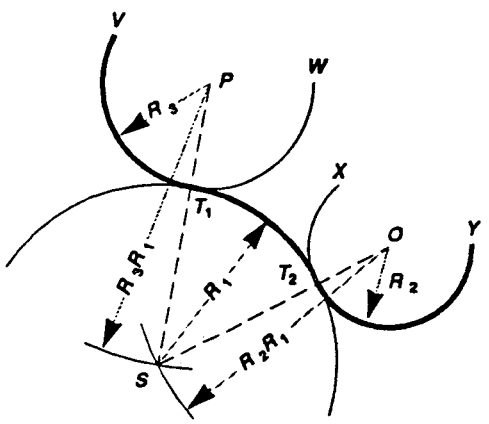


Ejemplo B arcos continuos

Habiendo trazado la línea X-Y y el arco circular con centro O.

1. R_1 es el radio del arco requerido.
2. Trácese la línea V-W, paralela a X-Y a una distancia R_1.
3. R_2 es el radio del arco circular dado, con centro O.
4. Trácese un arco con centro en O y radio igual a R_2-R_1, que se cruce con la línea V-W, para obtener el punto P.
5. Uniendo y prolongando O-P, se obtiene la tangencia T_2 y trazando de P hacia X-Y una perpendicular, se obtiene la tangencia T_1.
6. P es el centro del arco requerido.

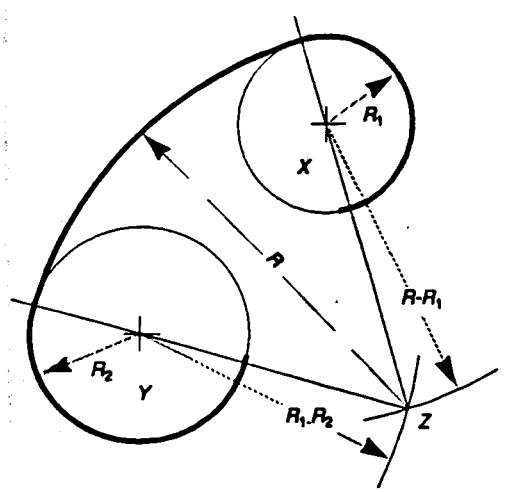
CONSTRUCCIÓN DE UN ARCO CIRCULAR TANGENTE A DOS ARCOS DADOS



Ejemplo A arcos encontrados

Habiendo trazado los arcos X-Y y Y-W con centros O y P y los radios R_2 y R_3 respectivamente.

1. R_1, es el radio del arco requerido.
2. Tomando 0 como centro y un radio igual a R_2+R_1 trácese un arco paralelo al arco X-Y.
3. Tomando P como centro y un radio igual a R_3+R_1, trácese un arco paralelo al arco Y-W, que se intersecte con el arco anterior, para obtener el punto S.
4. Uniendose S-P y S-O, se obtienen las tangencias T_1 y T_2.
5. S, es el centro del arco requerido.

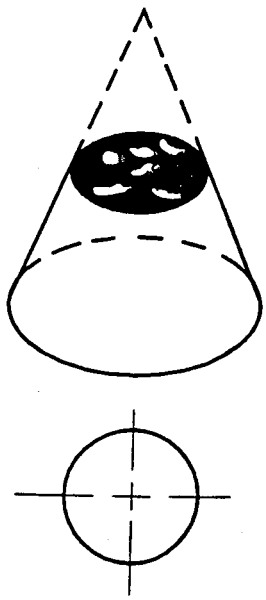


Ejemplo B arcos opuestos

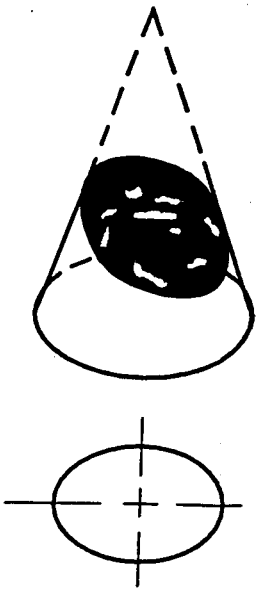
Habiendo trazado los arcos circulares X y Y con radios R_1 y R_2 respectivamente y el radio requerido R.

1. Trácese un arco circular, utilizando el centro del arco X y un radio igual a $R-R_1$.
2. Trácese un arco circular, utilizando el centro del arco Y y un radio igual a $R-R_2$ que interse que el arco anterior para obtener el punto Z.
3. Z es el centro del arco requerido.

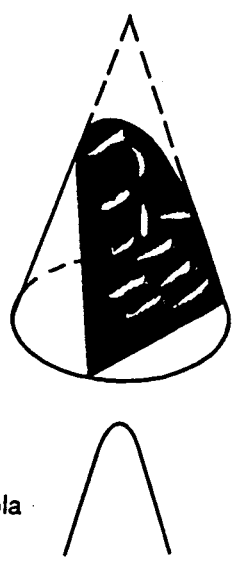
SECCIONES CÓNICAS



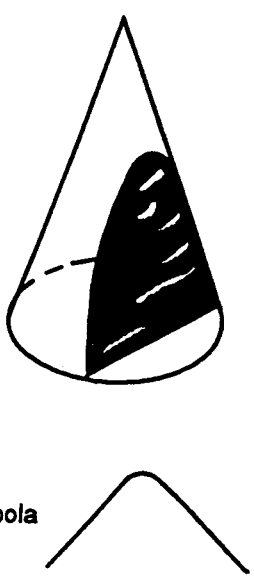
Círculo



Elipse



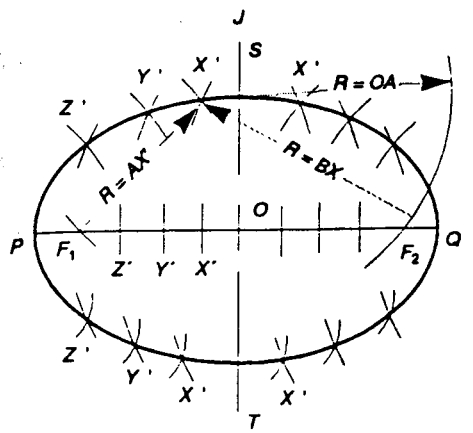
Parábola



Hipérbola

Nota: Las construcciones geométricas de estas formas se especifican a continuación.

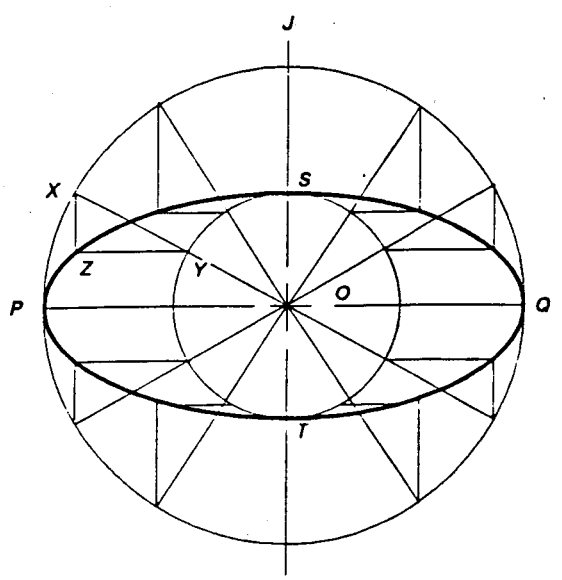
CONSTRUCCIÓN DE ELIPSES



Método de los focos uniendo puntos con plantilla

Habiendo trazado los ejes P-Q y S-T y el centro O.

1. Trácense arcos con centro en S y radio P-O, sobre el eje P-Q, para localizar los focos F_1 y F_2.
2. Se determina el número de puntos necesarios a lo largo de la circunferencia de cada cuadrante del elipse; por ejemplo tres puntos.
3. Márquense este número de puntos de división entre 0 y F_1 (X', Y' y Z'), sobre el eje.
4. Tomando F_1 y F_2 como centro y las distancias P-X' y Q-X', como radios, respectivamente, trácense arcos de intersección para situar X' sobre la circunferencia de la elipse.
5. Las distancias P-Y' y Q-Y', son los radios para los puntos Y'.
6. Las distancias P-Z y Q-Z, son los radios para los puntos Z'.
7. Márquese la misma división entre 0 y F_2.
8. Repítase el procedimiento de arcos de intersección en cada punto simétricamente.
9. Uniéndose los puntos de intersección, se obtiene la elipse con plantillas de curvas.



Métodos de los círculos concéntricos uniendo puntos con plantilla

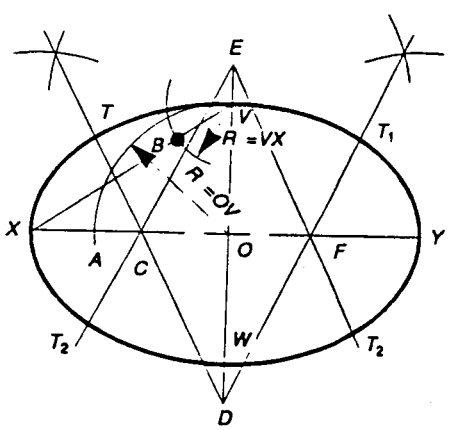
Habiendo trazado los ejes P-Q y S-T y el centro O.

1. Trácense circunferencias con diámetros S-T y P-Q, ambas sobre el centro O.
2. Divídanse estos círculos concéntricos en 12 partes iguales. (También se puede hacer en 8 y 24 partes.)

3. Las líneas radiales de división, intersectan la circunferencia mayor y menor (X, Y) al unir los puntos de intersección de cada línea, en forma perpendicular, se obtienen los puntos del elipse (Z). Estos puntos dan la forma de la escuadra utilizada.
4. Estos puntos (Z) deben unirse con plantilla de curvas.

Método de los cuatro centros-usando compás

Habiendo trazado los ejes X-Y y V-W y el centro O.



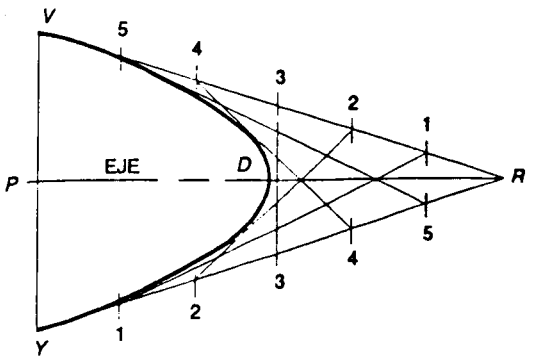
1. Trácese la línea X-V.
2. Tomando O como centro y O-V como radio, trácese un arco intersectando a O-X para obtener el punto A.
3. Tomando V como centro y V-X como radio, trácese un arco intersectando X-V para obtener el punto B.
4. Trácese la mediatriz de la recta A-F.
5. La mediatriz (extendida) intersecta los ejes X-Y y V-U, obteniendo los puntos C y D, que son dos de los centros.
6. El punto F se obtiene con la distancia O-C, a partir de O.
7. El punto E, se obtiene con la distancia O-D, a partir de O.
8. Con los puntos I, E, C, D y F, ubíquense las tangencias T, T_1, T_2 y T_3 y trácense los arcos que forman la elipse.

CONSTRUCCIÓN DE UNA PARÁBOLA

Método de la tangente-uniendo puntos con pantalla

Habiendo trazado los puntos X-Y y la distancia P-Q de X-Y al vértice.

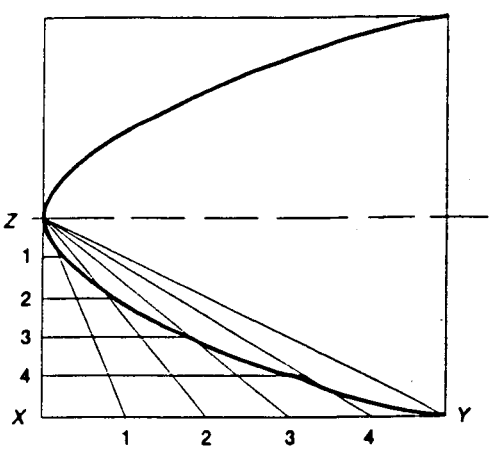
1. Prolongar el eje P-Q y fijar Q-R igual a P-Q.



2. R-X y R-Y, son tangentes a la parábola en los puntos X-Y.
3. Dividir R-X y R-Y en el mismo número de partes iguales (digamos seis) y numerar los puntos de división, como se muestra en la figura.
4. Unir los puntos correspondientes 1 y 1, 2 y 2, 3 y 3, 4 y 4, 5 y 5 y 6 y 6. Estas líneas, forman las tangentes de la envolvente de la parábola. Úsese plantilla de curvas en la unión.

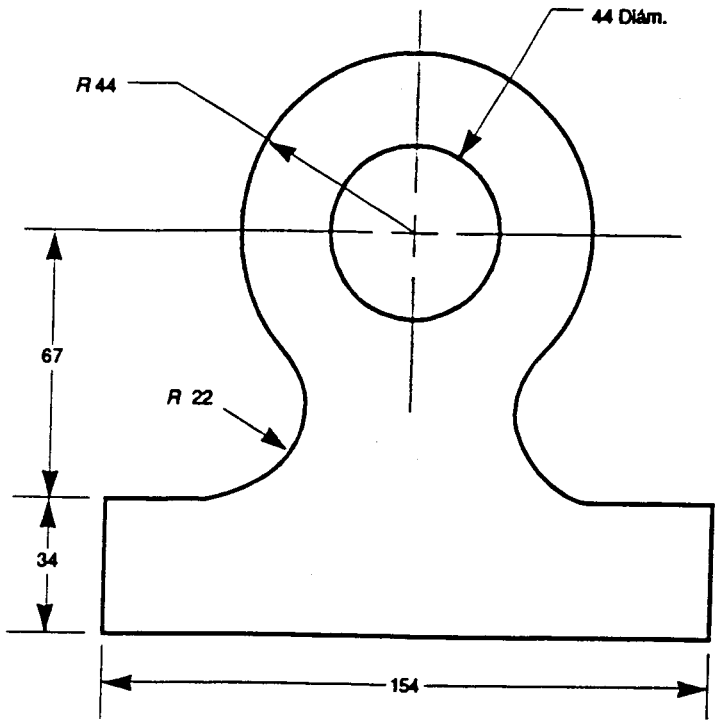
Método del paralelogramo-uniendo puntos con pantalla

Habiendo trazado la distancia X-Y

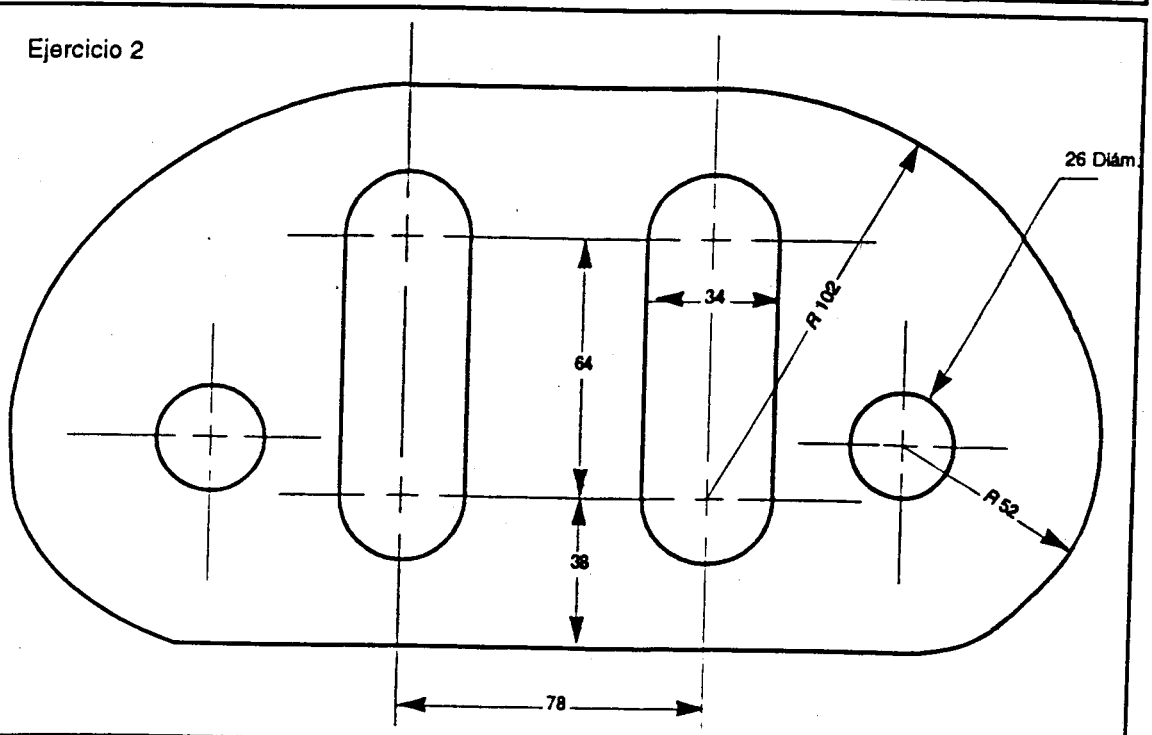


1. Constrúyase un cuadro y divídase a la mitad para obtener el punto V.
2. Dividir Z-X y X-Y en el mismo número de partes iguales (cinco, por ejemplo) y numérense según la figura.
3. Trazar líneas de construcción de Z a cada punto en X-Y.
4. Trazar líneas horizontales desde cada punto contenido en Z-X, el 1 hasta el punto de intersección 1-Z, el 2 hasta 2-Z, etc.
5. Las intersecciones forman los puntos de la parábola que se deben unir con plantilla de curvas.

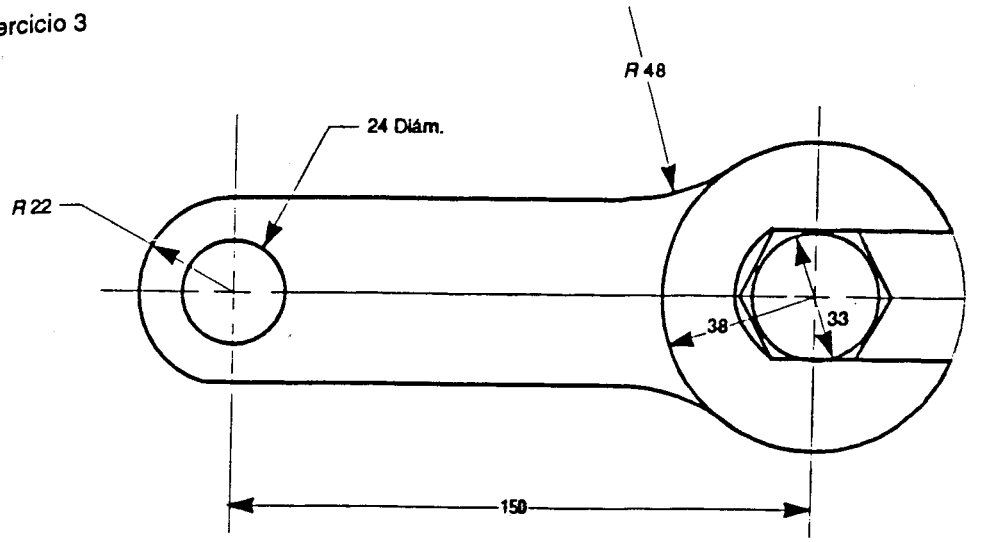
Ejercicio 1



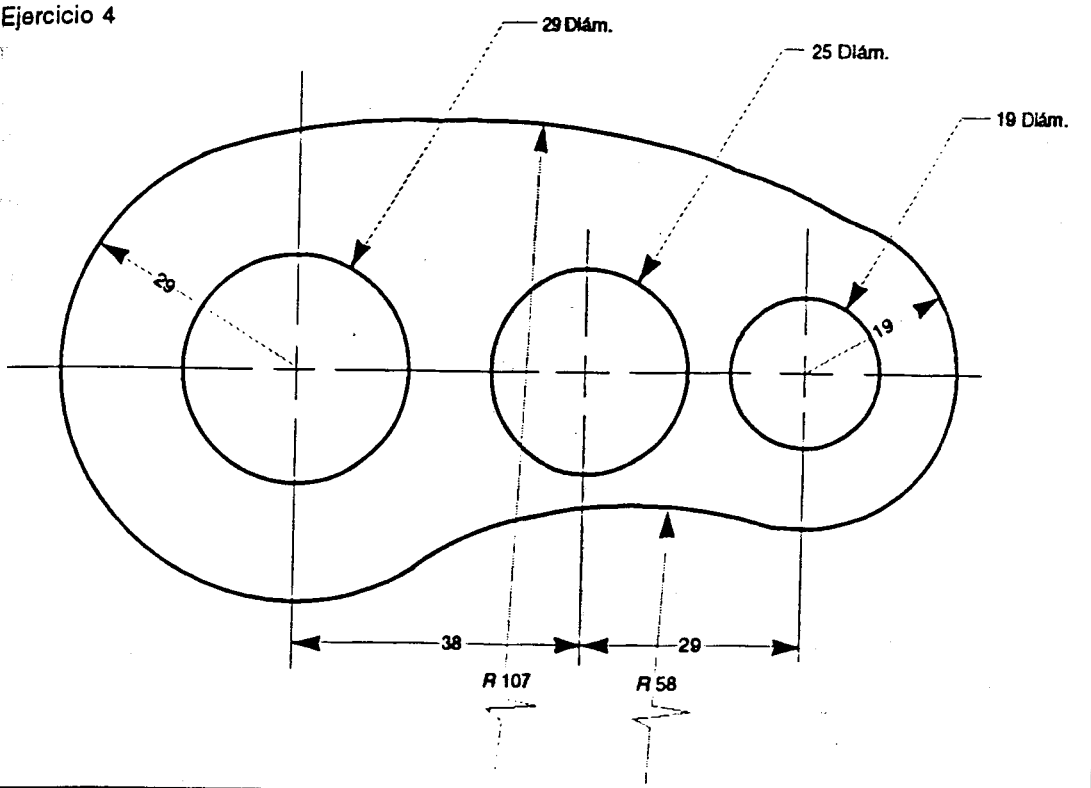
Ejercicio 2



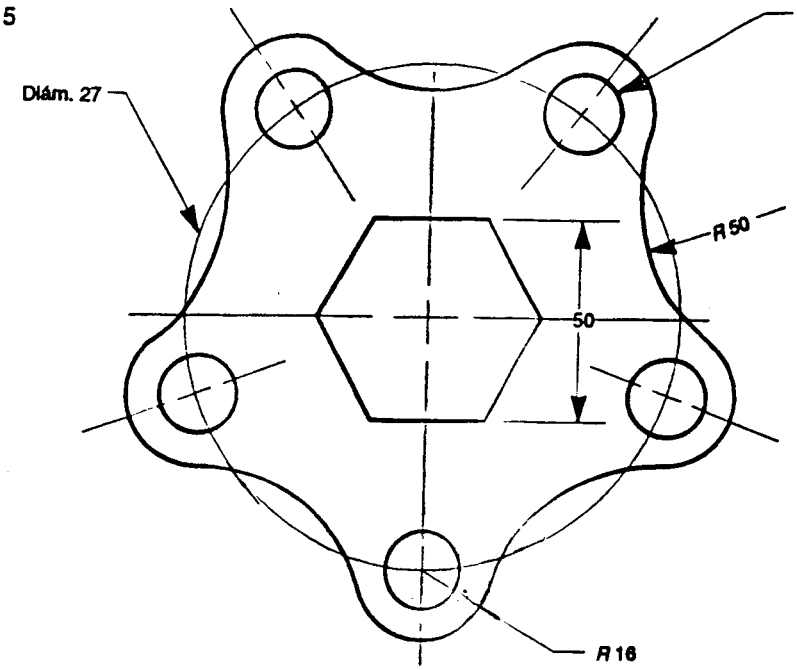
Ejercicio 3



Ejercicio 4



Ejercicio 5


5 agujeros de 19
de diám. igualmente
espaciados
Diám. 27
R 50
50
R 16

Capítulo 8

TEORÍA DE LA PROYECCIÓN ORTOGONAL

La proyección isométrica del dibujo pictórico, vista en el capítulo tres de este texto, muestra dibujos ilustrativos de una sola vista que no proporcionan detalles específicos de la descripción del objeto. Estos dibujos pictóricos sirven para bosquejar una idea de diseño y presentarla en forma no detallada. Sin embargo, si pensamos en la necesidad de realizar un dibujo del objeto, para que éste sea fabricado, necesitamos que la descripción de la forma del mismo sea detallada y precisa.

La teoría de la proyección ortogonal desarrolla un sistema de descripción para representar "vistas" del objeto. Esto se basa en una representación esquemática de cada una de las caras del objeto, vistas desde una posición frontal directa. Dado que todos los objetos son tridimensionales, podemos, imaginar cualquiera de ellos dentro de un prisma cúbico. Esto nos confirma que todos los objetos pueden ser vistos desde seis posiciones diferentes (seis caras): de frente, de lado derecho, lado izquierdo, por arriba, por abajo y por atrás. Ningún objeto puede ser visto nada más por cinco caras y tampoco por siete. En este capítulo se cubrirá el sistema de obtención de las seis vistas de un objeto, con base en la proyección ortogonal en el tercer cuadrante.

PROYECCIÓN ORTOGONAL EN EL TERCER CUADRANTE

Existen dos sistemas de proyección ortogonal; el americano, que se basa en el tercer cuadrante; y el europeo, basado en el primer cuadrante. Esto no significa que cada sistema visualice las caras de forma distinta. Sólo hay diferencia en la distribución de las vistas.

La forma en que el sistema americano se basa en el tercer cuadrante consiste en

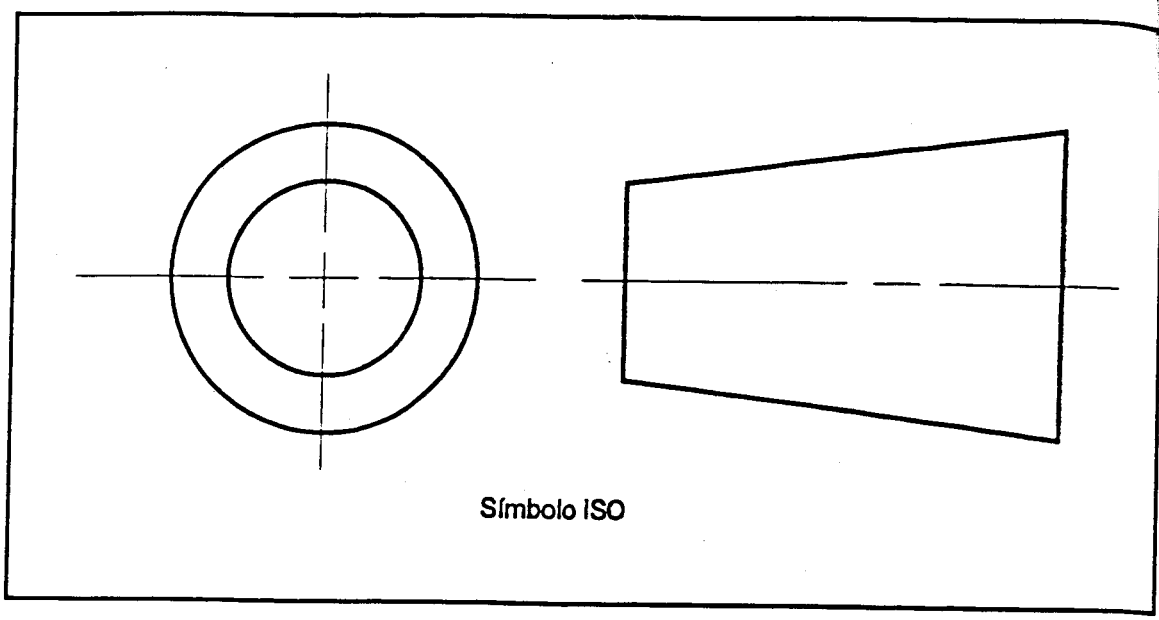


Figura 8.1. Símbolo ISO de la proyección del tercer cuadrante

que la vista principal (frontal) se centra en el cuadrante en cuestión.

La palabra ortogonal u ortográfica se deriva de las palabras griegas: orthos, que significa recto, correcto o en ángulo recto, y graphikus, que significa describir con líneas de dibujo.

Para especificar que un dibujo está realizado en el tercer cuadrante, se emplea el símbolo de proyección ISO.

DISPOSICIÓN DE VISTAS

La lógica del sistema americano señala que después de situar la vista frontal en el tercer cuadrante, lo de arriba se acomoda arriba (segundo cuadrante); lo del lado derecho, a la derecha (cuarto cuadrante); lo de abajo, etc.

La figura 8.2 muestra esta lógica de ubicación de las vistas separadas.

NOMENCLATURA DE LAS VISTAS

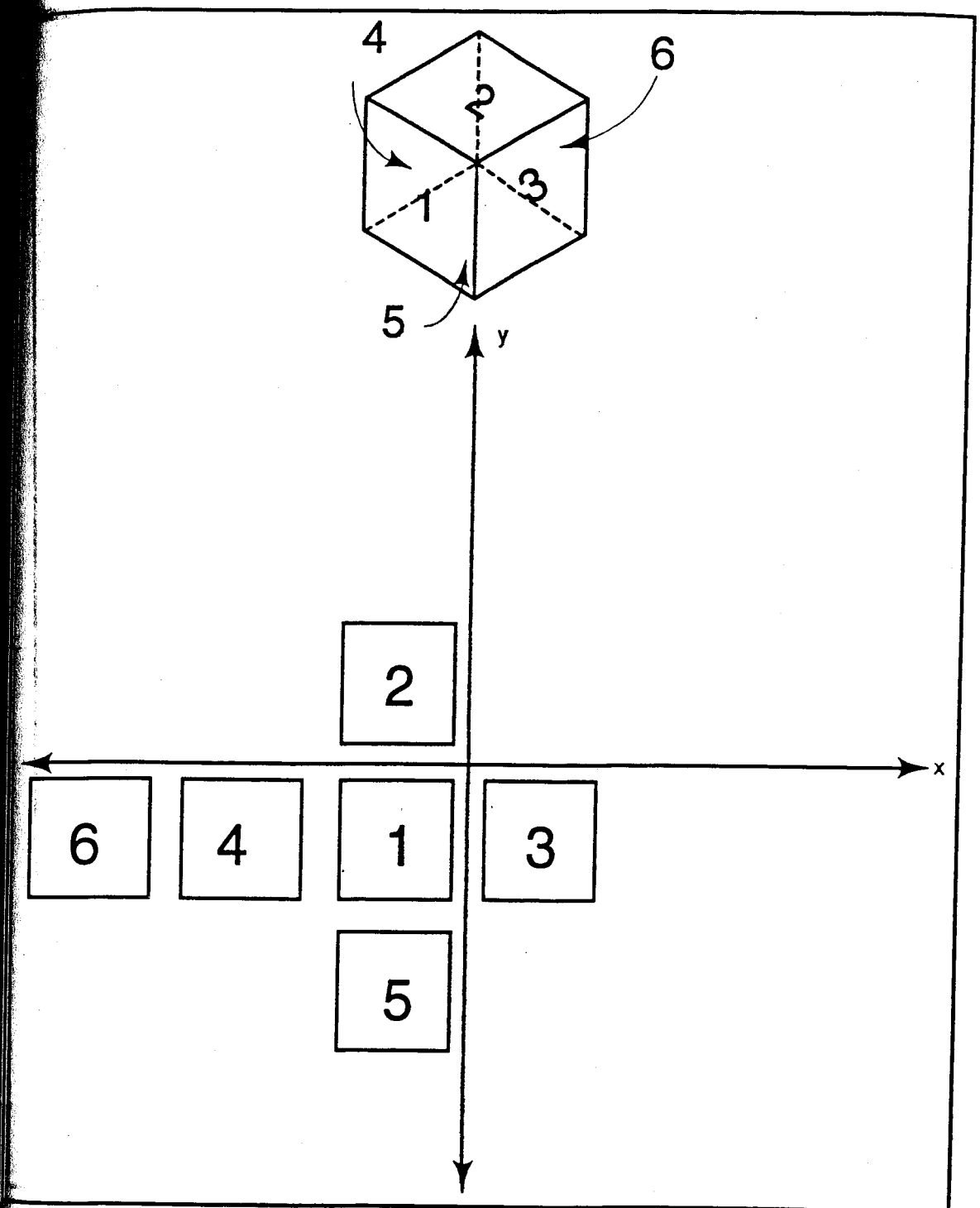
(Según los números de la figura 8.2)

1. Vista frontal (también se le llama elevación).
2. Vista superior (también se le llama planta).
3. Vista lateral derecha (también se le llama perfil).
4. Vista lateral izquierda.
5. Vista inferior.
6. Vista superior.

TELARAÑA ORTOGONAL

Aparte de que en la proyección ortogonal se debe respetar la distribución de las vistas, es muy importante cuidar la separación uniforme de las mismas.

La telaraña ortogonal es una técnica que nos ayuda en este aspecto. Después



gura 8.2. Distribución de las vistas

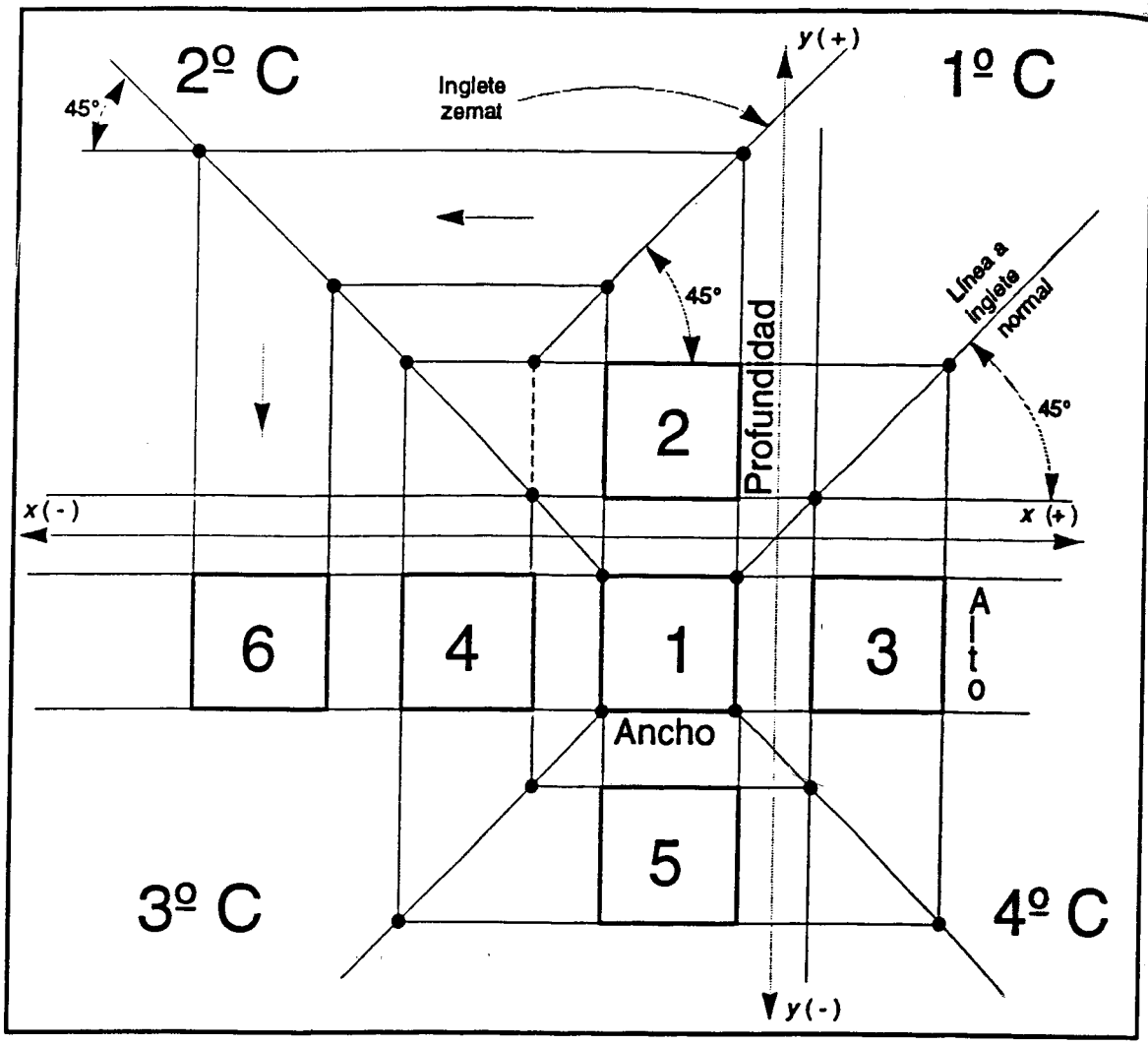


Figura 8.3. Distribución de vistas con telaraña ortogonal

fraccionar el espacio, se sitúan las lineas paralelas a X y Y para medir la separación. Con el fin de transportar dimensiones se utiliza en la telaraña la llamada "línea a inglete" normal y el "inglete zemat".

La figura 8.3 muestra las dimensiones que comparte cada vista. La frontal, superior e inferior, comparten anchura. La frontal, lateral izquierda, derecha y posterior comparten altura. La superior, lateral derecha , inferior y lateral izquierda, comparten profundidad. La profundidad compartida en estas últimas vistas se logra con base en la línea a inglete normal. En la telaraña ortogonal se especifica la posición de cuatro ingletes que salen de cada esquina de la vista frontal, para el traslado de profundidad.

El "inglete zemat" sirve para trasladar el giro de 180° que se da a partir de

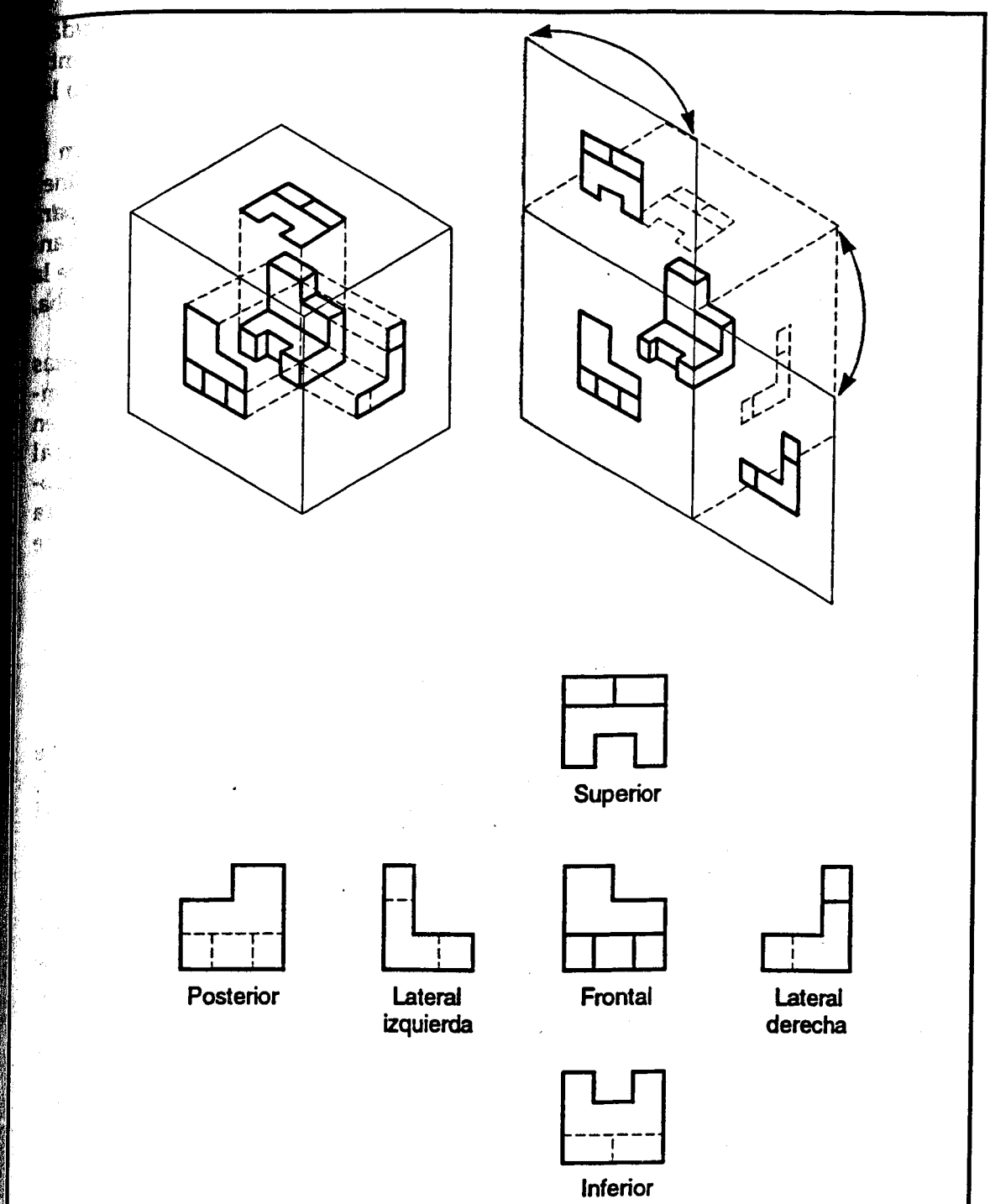


Figura 8.4. Visualización en la caja de cristal

la vista frontal a la posterior, estas vistas comparten anchura. Nótese en la figura 8.3, la línea punteada que se prolonga de la esquina superior derecha de la vista lateral izquierda (núm. 4), hasta la línea de la telaraña que limita la profundidad de la vista superior (núm. 2). A partir de ese punto se traza una línea a 45° que trasladará la separación entre vistas y el ancho de la frontal, hacia el inglete del lado izquierdo, para luego bajar los puntos al espacio limitado por la altura y formar la vista posterior. El empleo de la telaraña ortogonal es indispensable en el inicio del aprendizaje de la obtención y dibujo de vistas.

LA CAJA DE CRISTAL

Imaginar un objeto dentro de una caja de cristal y proyectar las vistas en las caras de la misma es un buen sistema para comenzar a visualizar la obtención de vistas.

Para la comprensión del ejemplo mostrado en la figura 8.4, hay que recordar que la línea de contorno oculto muestra la forma del objeto que no se ve en determinada posición, pero que hay que representar.

La comprensión de la figura 8.4 depende de que al momento de visualizar se tenga la suficiente imaginación para entender el cambio de lo isométrico a lo esquemático. Es muy importante entender el "giro" que se efectúa en la posición de cada vista; por ejemplo, la vista superior se gira 90° a partir de la frontal, al igual que la lateral derecha, izquierda e inferior.

Si analizamos el "giro" entre las vistas lateral derecha e izquierda vemos que se realiza a 180°, de ahí que la forma en "L" (ele) de las vistas, quede "encontrada". Este mismo giro de 180° se detecta entre las vistas frontal y posterior, así como las superior e inferior.

Es importante analizar también en la figura 8.4 los detalles trazados con línea de contorno oculto. Un ejemplo fácil para visualizar estas líneas se logra observando las vistas superior e inferior. Nótese la diferencia entre lo que se muestra arriba, que no se puede ver por abajo.

Al dibujo de un objeto en seis vistas se le llama "proyección ortogonal completa" (POC). Al dibujo de un objeto en "tres vistas" (frontal superior y lateral derecha) se le llama "proyección ortogonal simple" (POS). Generalmente para prácticas normales se trabaja con este último tipo de proyección.

SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE UNA DIMENSIÓN

Aparte de la comprensión visual que se puede efectuar, con la caja de cristal, existe un sistema teórico que se basa en el análisis de las dimensiones contenidas en cada vista, es llamado sistema de eliminación de una dimensión.

Este surge a partir de que cada vista que se dibuja es bidimensional y que se obtuvo con base en un cuerpo tridimensional. Por lo tanto, en la transformación fue eliminada una dimensión.

Analizando lo anterior, las dimensiones que contiene cada vista son las siguientes:

- Frontal: Ancho y alto
- Superior: Ancho y profundidad
- Lateral derecha: Profundidad y alto

- Lateral izquierda: Profundidad y alto
- Inferior: Ancho y profundidad
- Posterior: Ancho y alto

Como una observación, nótense las vistas que comparten las mismas dimensiones, que son la frontal y posterior, lateral derecha e izquierda y la superior con la inferior.

Después de efectuar éste análisis, la pregunta que queda al aire es: ¿Qué paso con la dimensión eliminada? Respuesta: Se traslada, convierte y dibuja en un "punto" de la vista obtenida.

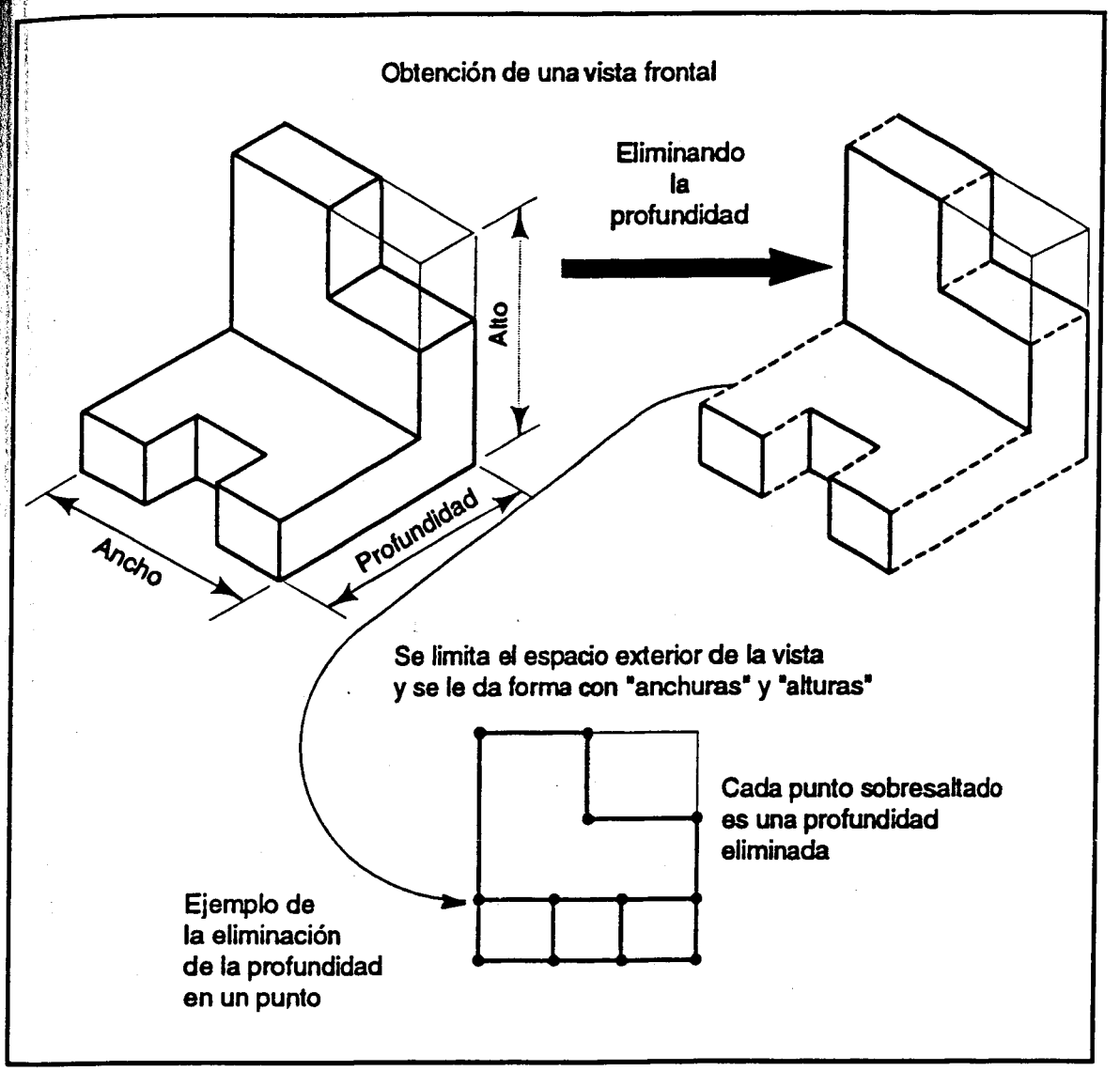


Figura 8.5. Obtención de una vista frontal elliminaando una dimensión

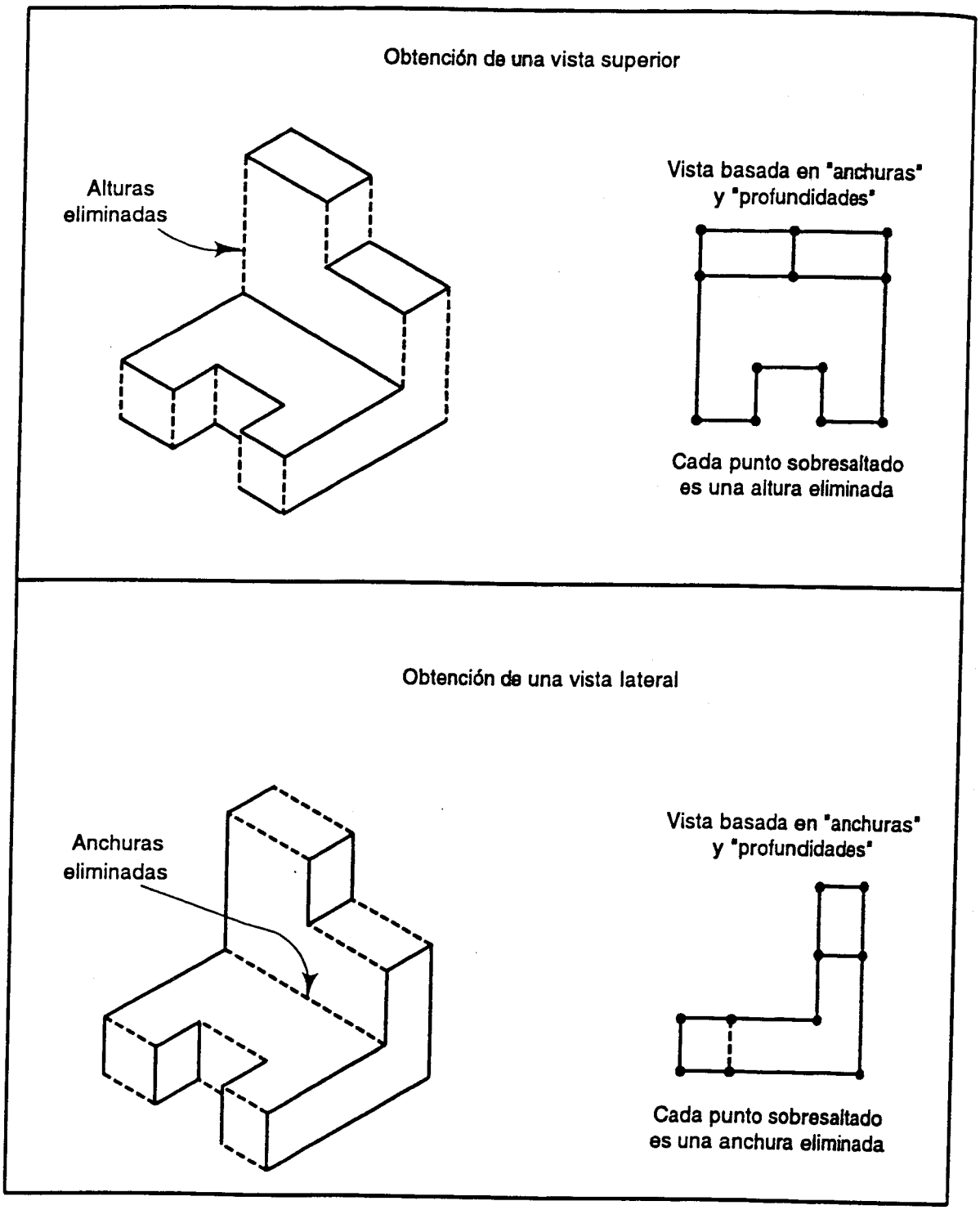


Figura 8.6. Obtención de superior y lateral eliminando una dimensión

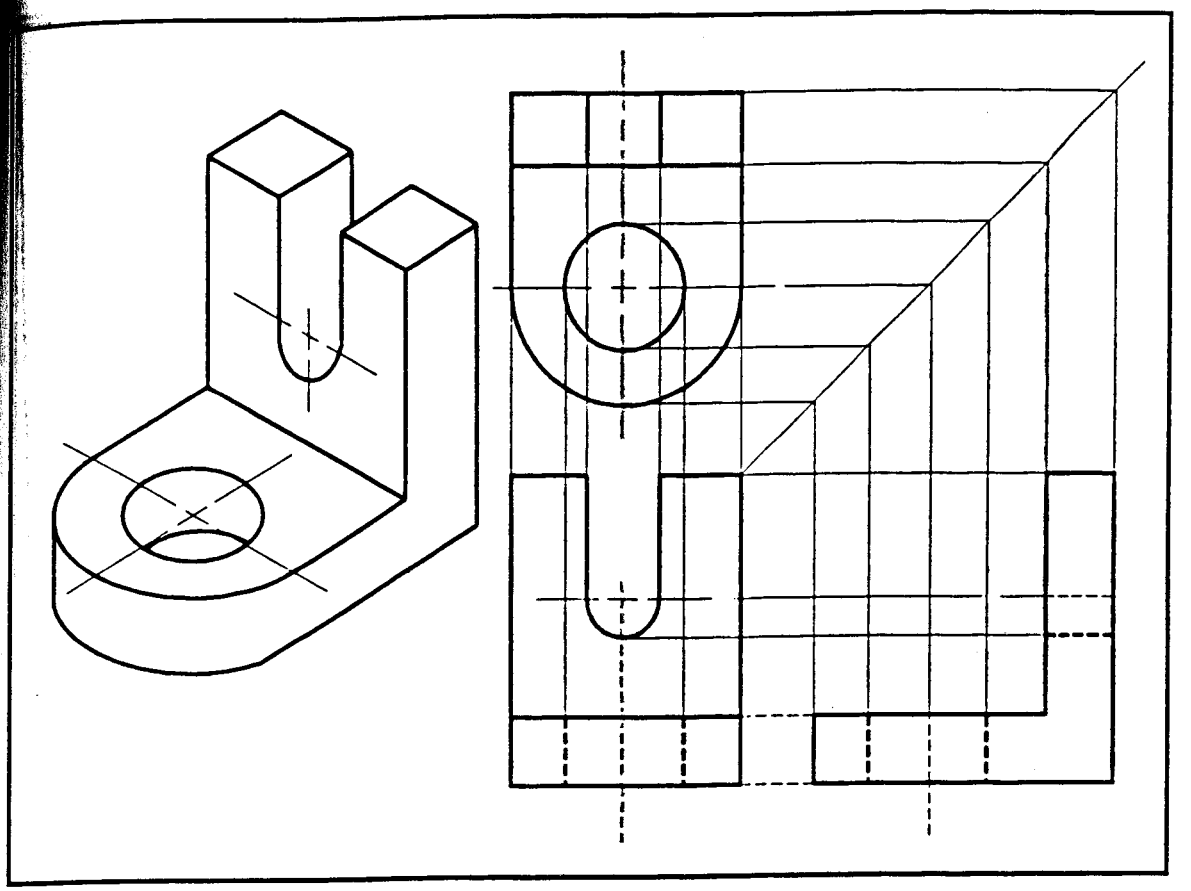


Figura 8.7. POS con líneas de centro y líneas de construcción

La figura 8.5 describe este razonamiento.

En las vistas frontal y posterior se elimina la profundidad; en las laterales derecha e izquierda se elimina la anchura y en las vistas superior e inferior se elimina la altura.

LA LÍNEA DE CENTRO

En el capítulo seis se describieron usos y formas de cada línea del alfabeto. Recordemos que la línea de centros no es para el objeto, pero nos ayuda en la identificación de formas cilíndricas vistas desde un plano no circular y en la ubicación de centros de círculos (fig. 8.7).

LÍNEAS OCULTAS

Sabemos que la línea de contorno oculto muestra detalles que son parte del objeto; por lo tanto, aparte de trazarlas con uniformidad en su espesor o separaciones, debemos cuidar la estética de ésta línea en su orden, inicio y final de trazado (fig. 8.8).

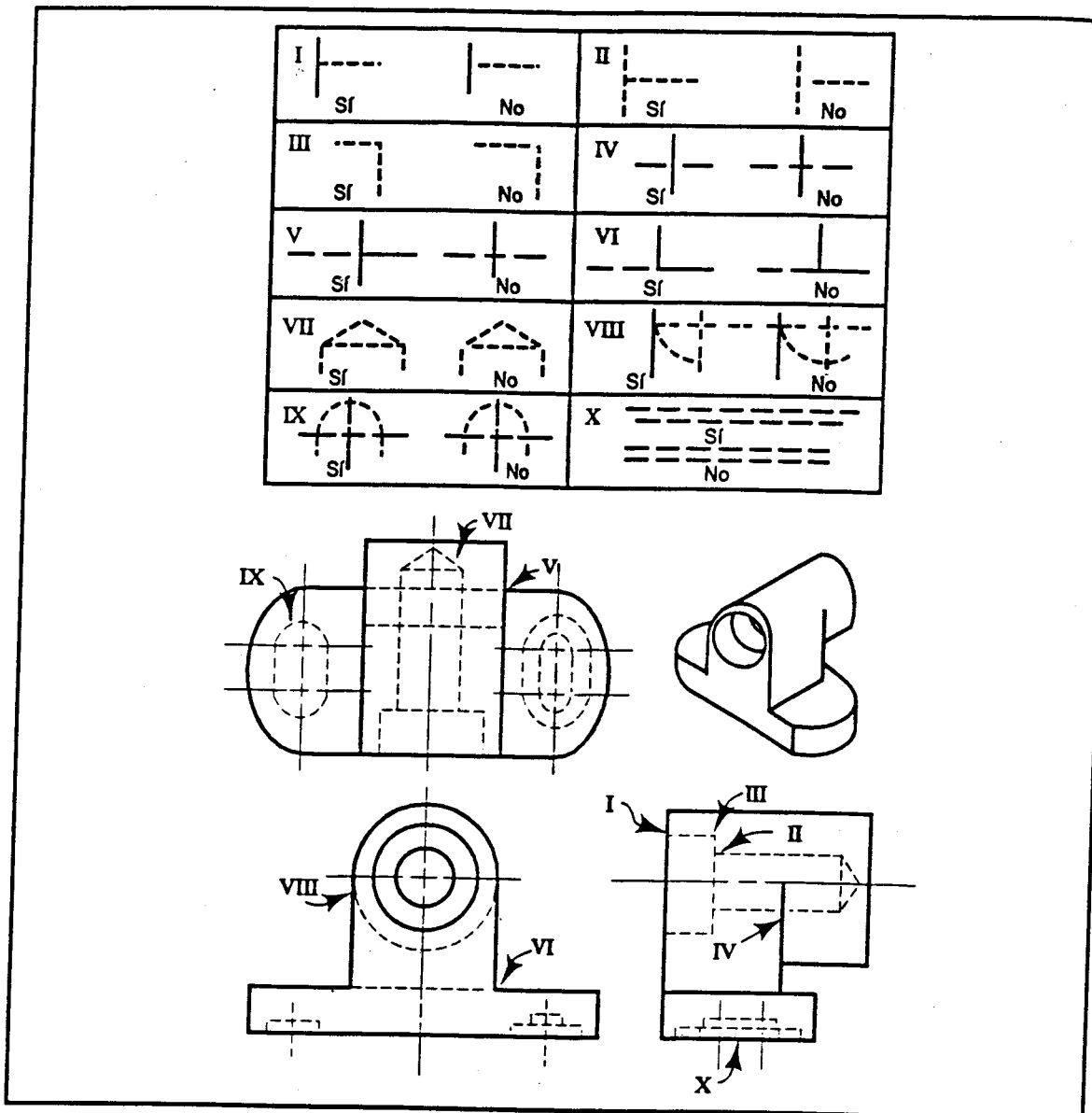


Figura 8.8. Detalles en líneas ocultas

En la figura 8.9 se detalla la proyección ortogonal completa de una pieza, donde se observa el empleo práctico de la telaraña ortogonal. Dicha figura muestra cómo se proyecta cada detalle del objeto de una vista a otra, transportándose forma y dimensiones. El trazado de la telaraña ortogonal debe efectuarse con líneas de construcción tenue, ya que después se debe borrar para que el dibujo quede listo para el agregado de especificaciones y acotaciones, como se ve en la figura 8.10.

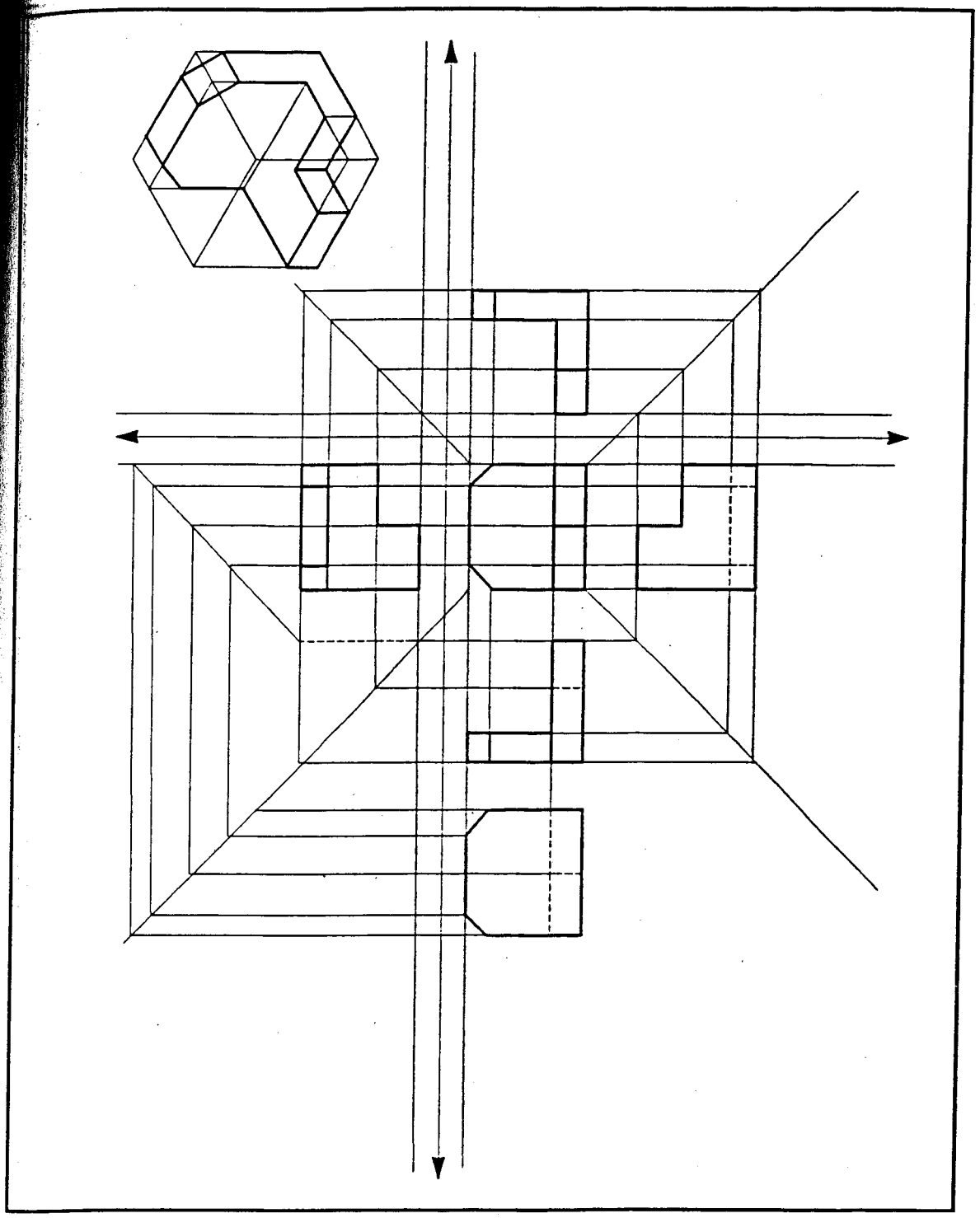


Figura 8.9. Telaraña ortogonal completa

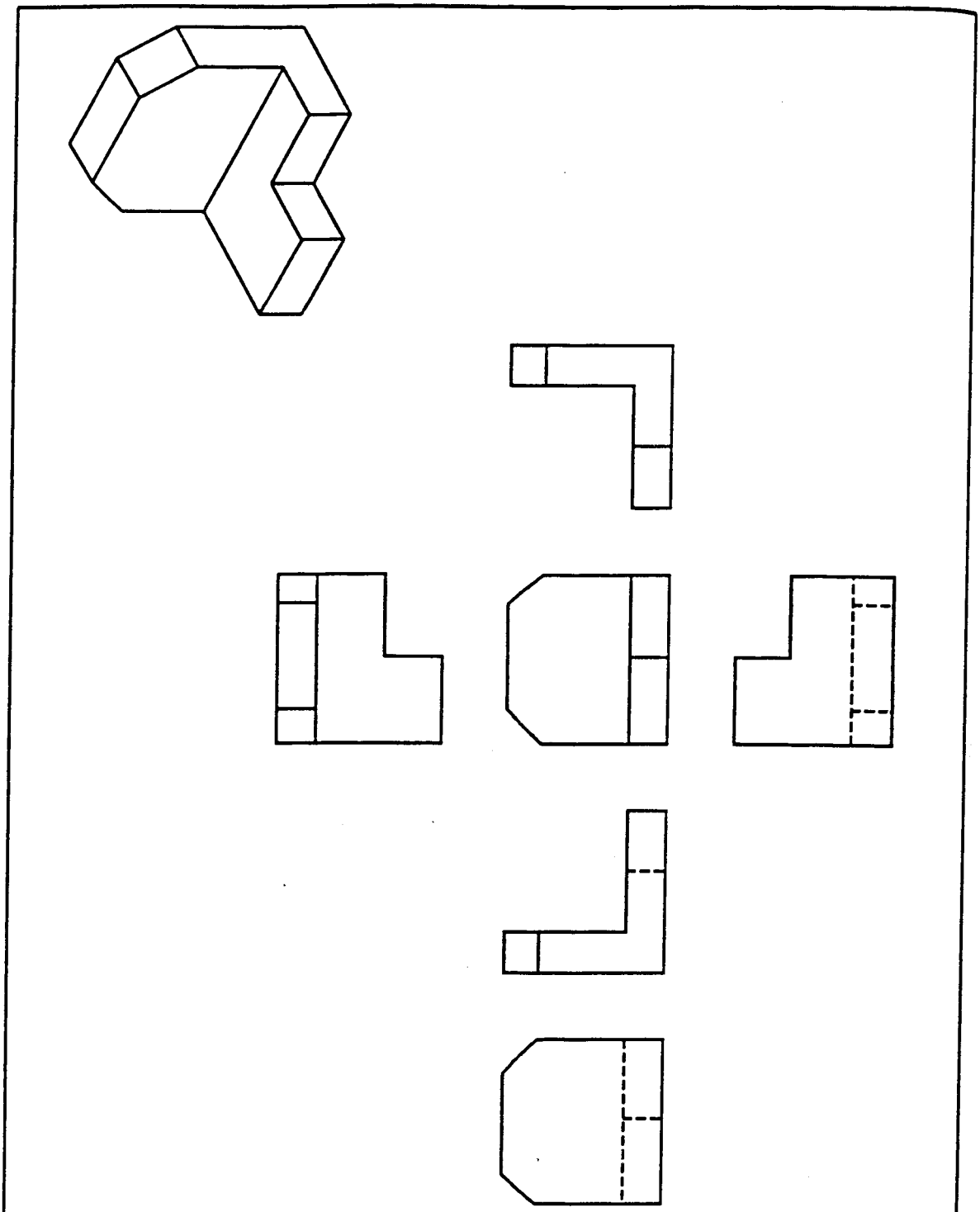


Figura 8.10. Dibujo terminado borrando la telaraña

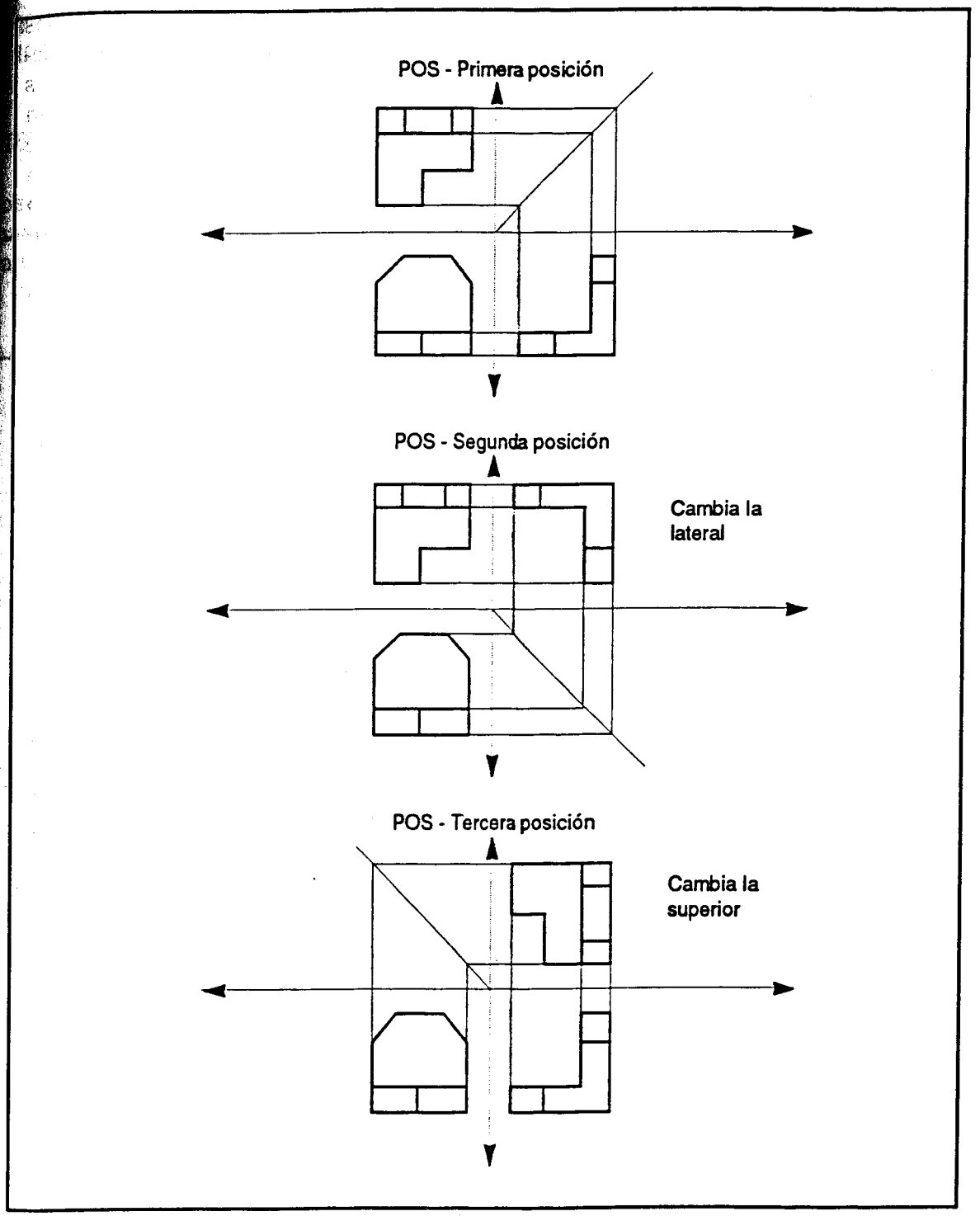


Figura 8.11. POS en 1a, 2a y 3a. posiciones

POS EN SEGUNDA Y TERCERA POSICIÓN

La proyección ortogonal simple (POS) que conocemos abarca las vistas frontal, superior y lateral derecha.

Trabajar sólo con estas tres vistas, deja libre el primer cuadrante para poder trasladar sobre éste la vista superior o la lateral derecha. Cabe mencionar que la proyección continúa perteneciendo al sistema americano, ya que la vista frontal permanece en el tercer cuadrante. La figura 8.11 muestra la POS en su posición normal y el cambio que se realiza en la segunda y tercera posiciones.

CANTIDAD DE VISTAS

Independientemente de que cualquier objeto puede ser descrito en seis vistas, esto no significa que requiera de todas ellas en el dibujo. Incluso, las tres vistas elementales en ocasiones son demasiadas para describir el objeto. En la proyección ortogonal debemos ser lo suficientemente prácticos y dibujar sólo lo necesario, ya que existen muchos casos en que una o dos vistas son suficientes para representar el objeto.

DIBUJOS DE UNA VISTA

Los dibujos de una vista se aplican en piezas sencillas, en las que la tercera dimensión se puede expresar mediante una nota (espesor en partes planas). También se pueden dibujar partes cilíndricas a una vista en las que la línea de centros que se le aplica nos evita dibujar la vista circular. Si la pieza cilíndrica contiene una sección cuadrada, ésta se

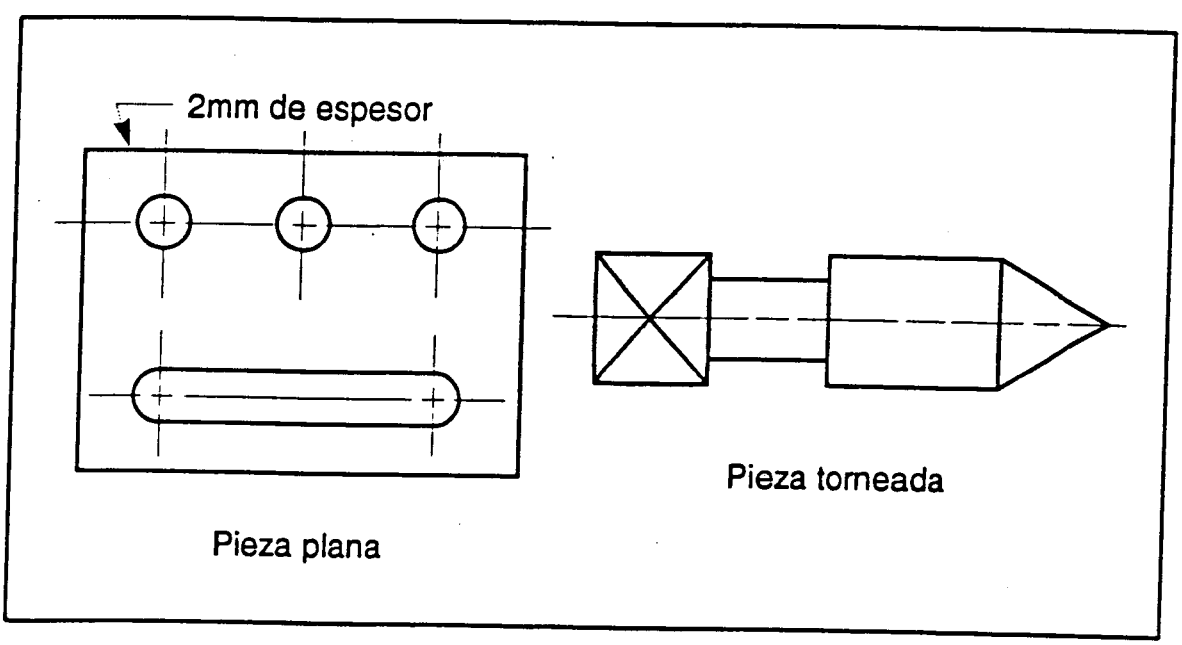


Figura 8.12. Dibujos de una vista

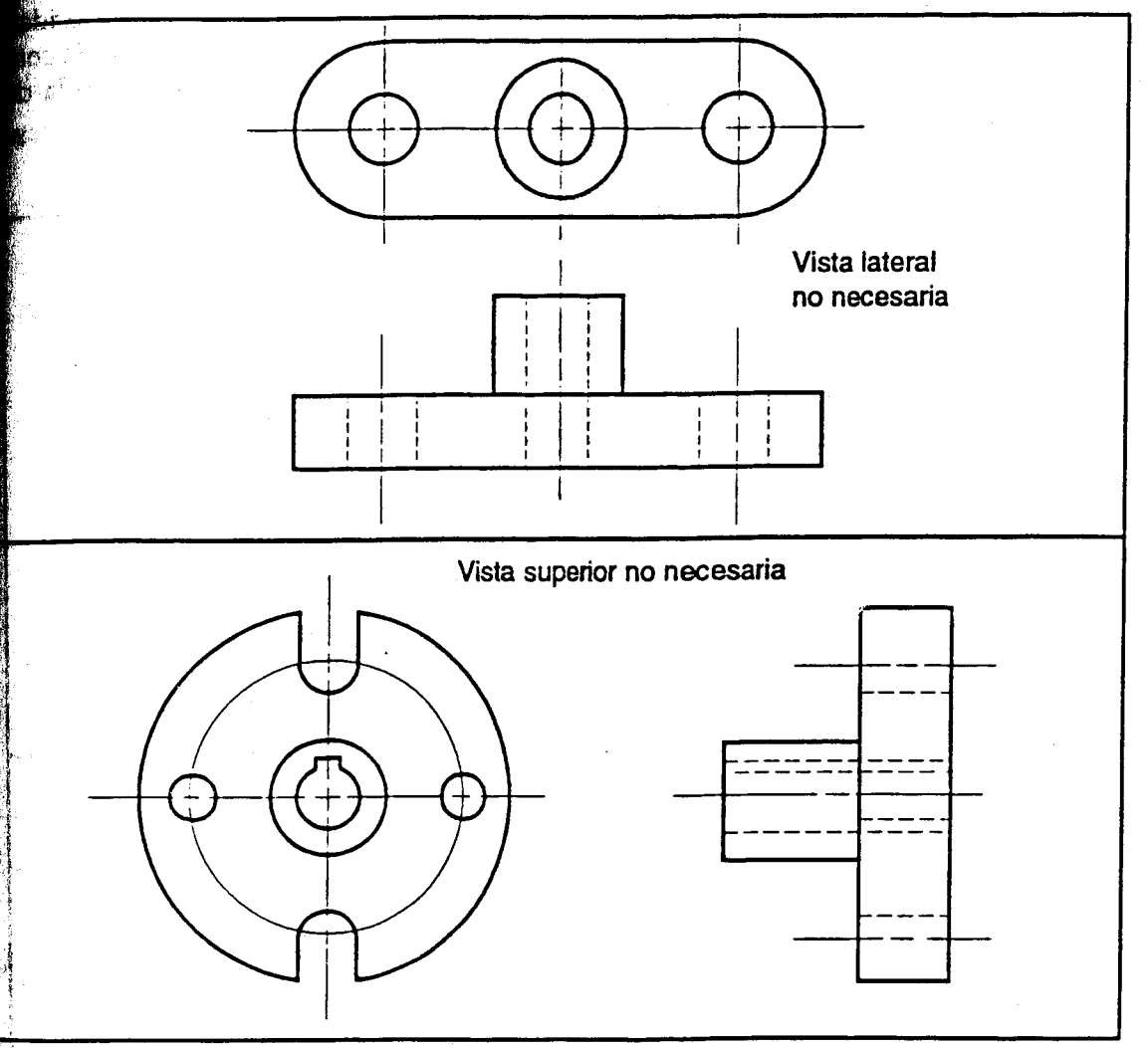
senta mediante diagonales cruzadas nea delgada (fig. 8.12).

UJOS DE DOS VISTAS

dibujos de dos vistas se utilizan ndo la vista superior y lateral mues- básicamente lo mismo. En este caso, ibujante necesita seleccionar cuál de las dos conviene más que acompañe a la vista frontal (fig. 8.13).

VISTAS MEDIAS Y PARCIALES

Una vista simétrica es aquella que es igual del centro de la misma hacia el lado derecho e izquierdo, o del centro hacia



gura 8.13. Dibujos de dos vistas

arriba y abajo; es decir, que una mitad es idéntica a la otra. Estos casos son muy frecuentes en piezas circulares, donde conviene dibujar solo media vista, para ahorrar tiempo y espacio en el dibujo.

Las vistas parciales son aquellas en las que se muestra sólo parte de la vista. Esto se logra "fracturando" el dibujo mediante una línea de rotura (fig. 8.14).

VISTAS AUMENTADAS

Si una vista tiene algún detalle pequeño, difícil de apreciarse, se puede dibujar por separado, aumentándose la escala, sin necesidad de aumentar toda la vista.

PRIORIDAD DE LÍNEAS EMPALMADAS

Cuando se empalman dos líneas al proyectarse ortogonalmente el detalle de una vista hacia otra, existen prioridades que hay que respetar. Por ejemplo, la línea de contorno visible tiene prioridad sobre la oculta y la de centros. La de contorno oculto tiene prioridad sobre la de centros (fig. 8.16).

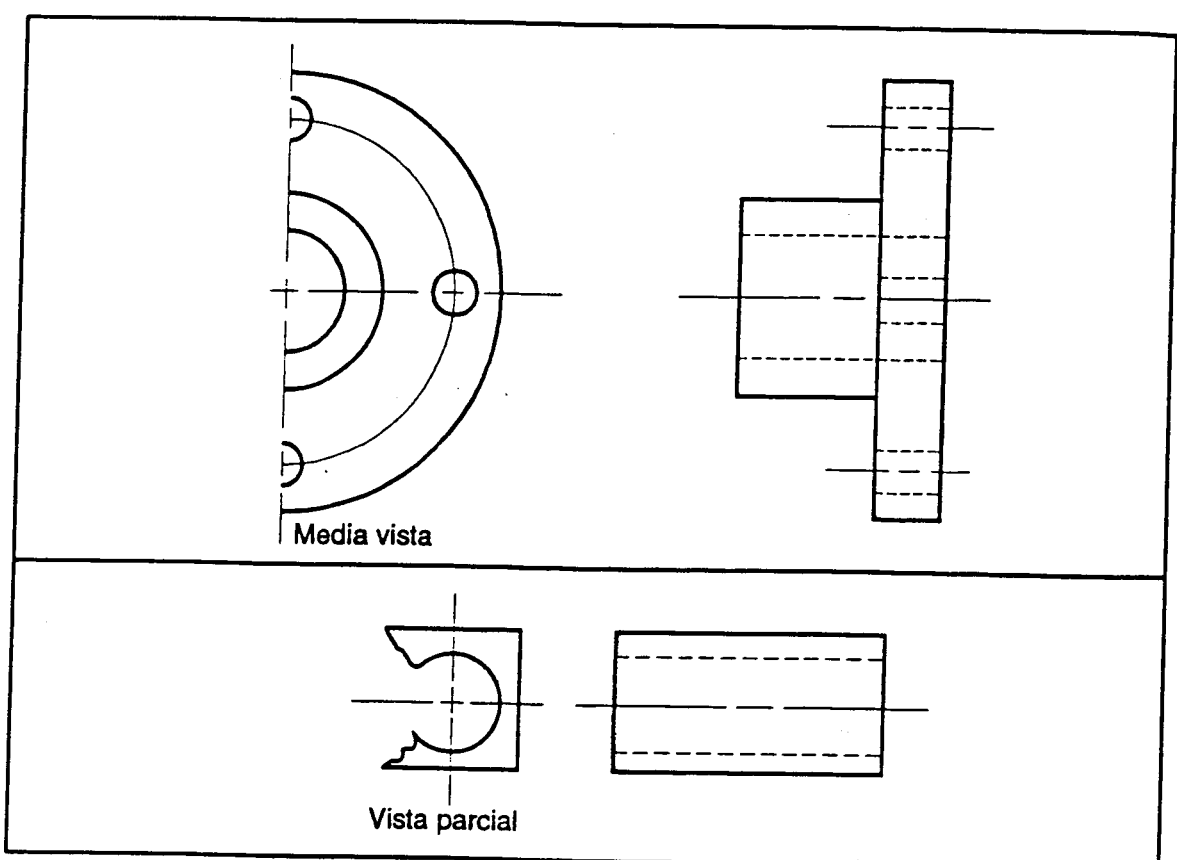
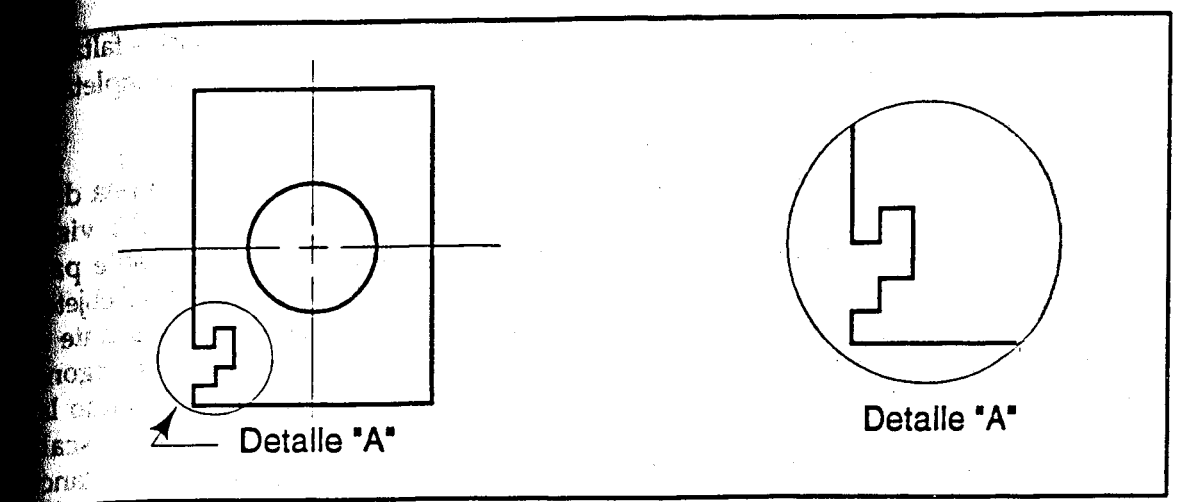


Figura 8.14. Vistas media y parcial



ura 8.15. Vista aumentada

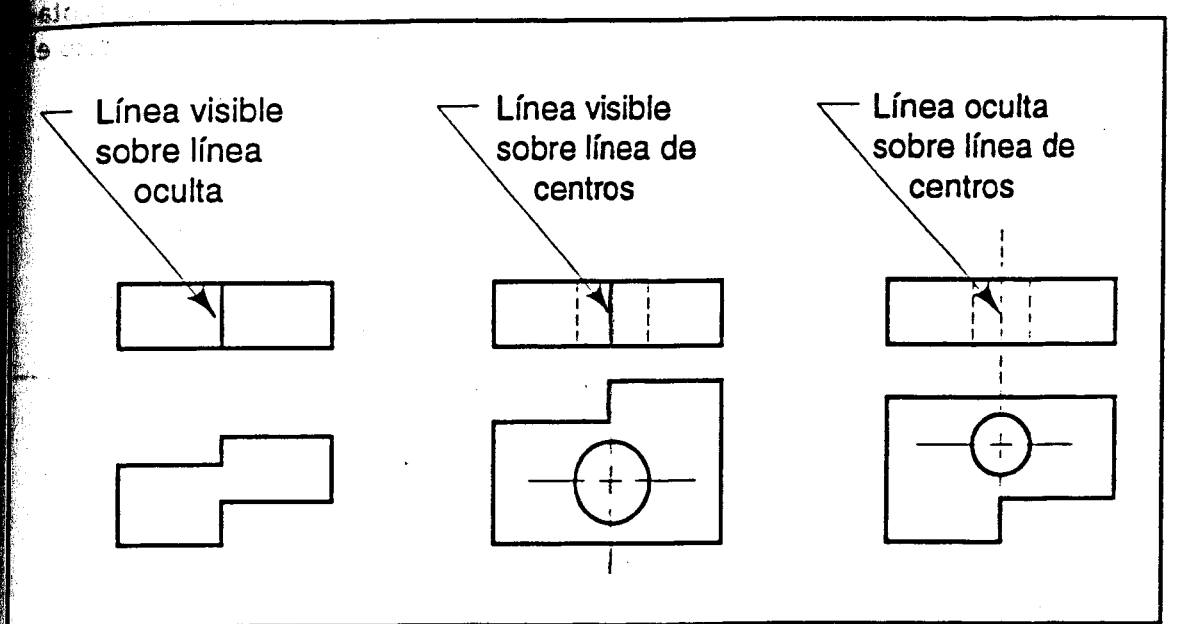


Figura 8.16. Prioridad en líneas que se empalman

PRÁCTICAS

En las siguientes páginas se muestran ejercicios diseñados para desarrollar la habilidad en la comprensión, análisis y práctica de la proyección ortogonal.

La figura 8.17 contiene 12 dibujos que consta cada un de isometría y POS. La

práctica que debe realizarse consiste en visualizar cada proyección con respecto de su isometría, con el fin de comprender de dónde salió cada línea de cada vista. Posteriormente se croquizará cada conjunto de vistas (sin la isometría) en papel cuadriculado y se le agregará la vista lateral izquierda.

En las figuras 8.18 y 8.19 hay que relacionar las 12 isometrías del lado izquierdo con las 12 POS (proyecciones ortogonales simples) del lado derecho colocando dentro del paréntesis el número de isometría que corresponde a cada proyección. Para redondear esta práctica, se croquizará cada conjunto de vistas en papel cuadriculado y se le agregará como mínimo la vista lateral izquierda. La práctica se puede profundizar si se agregan las vistas faltantes para la proyección ortogonal completa; es decir, seis vistas.

En la figura 8.20 el ejercicio está diseñado para que a partir de las dos vistas dadas se obtenga la vista faltante para completar la POS y la isometría del objeto.

Las figuras de la 8.20 en adelante se deberán dibujar en proyección ortogonal en el tercer cuadrante, representando las vistas que sean necesarias, a la escala deseada en hojas de papel ledger blanco de 11" x 17". En cada lámina se dibujarán sólo las vistas, no existiendo la necesidad de dibujar la isometría. Los dibujos deberán contener sus respectivas acotaciones, debiéndose consultar para esto el capítulo diez de este texto.

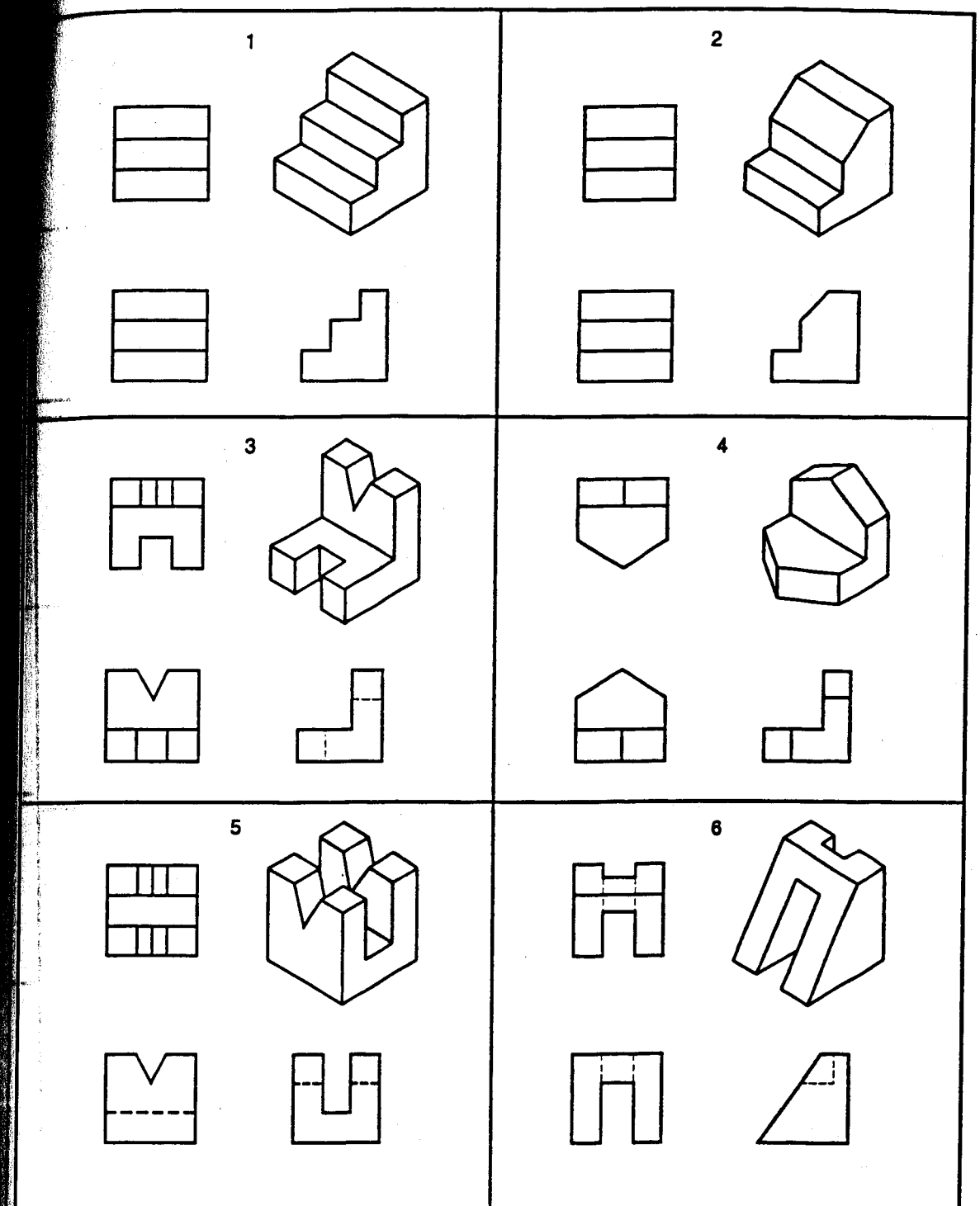


Figura 8.17. Ejercicios para visualizar proyecciones ortogonales

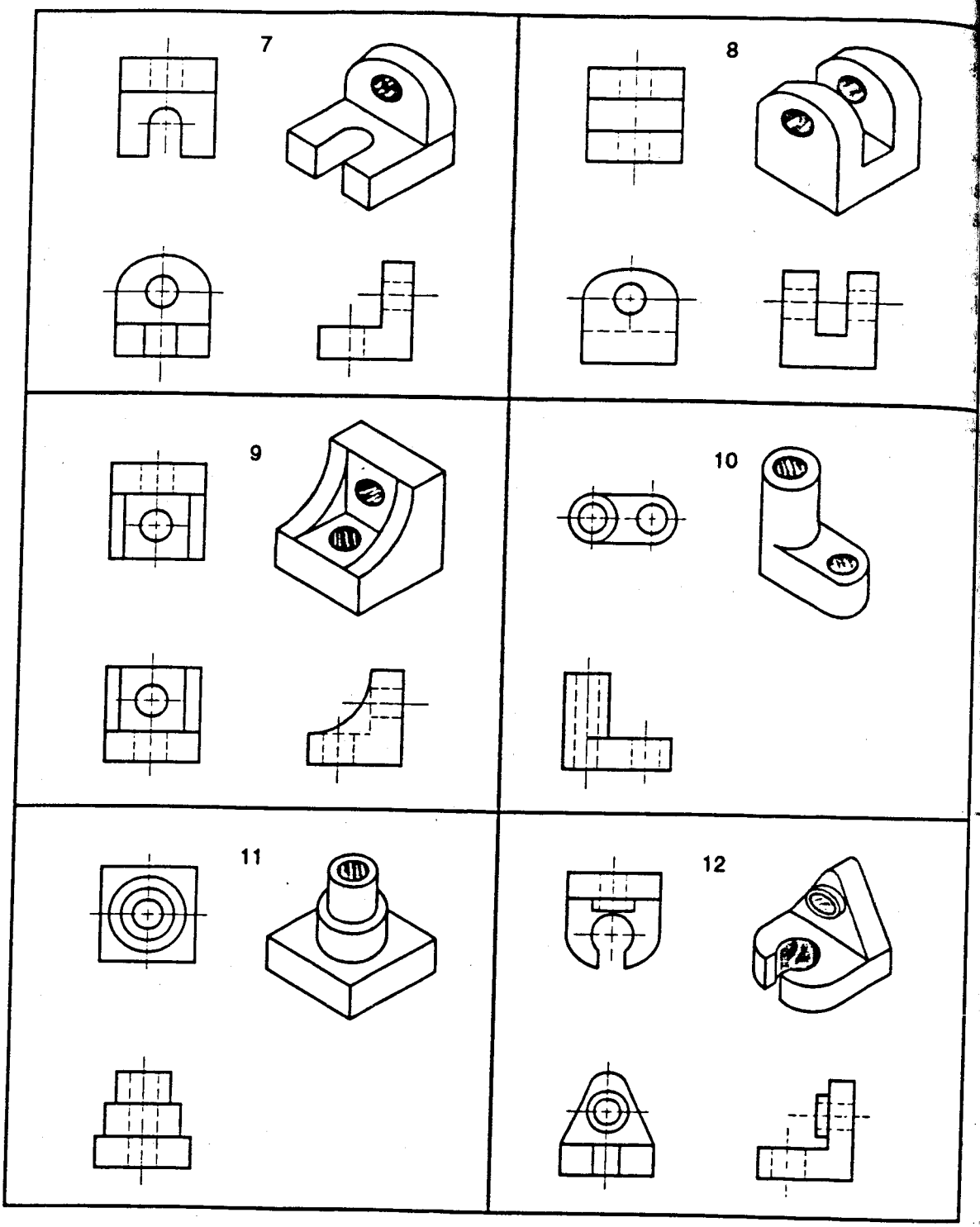


Figura 8.17. Ejercicios para visualizar proyecciones ortogonales (continuación)

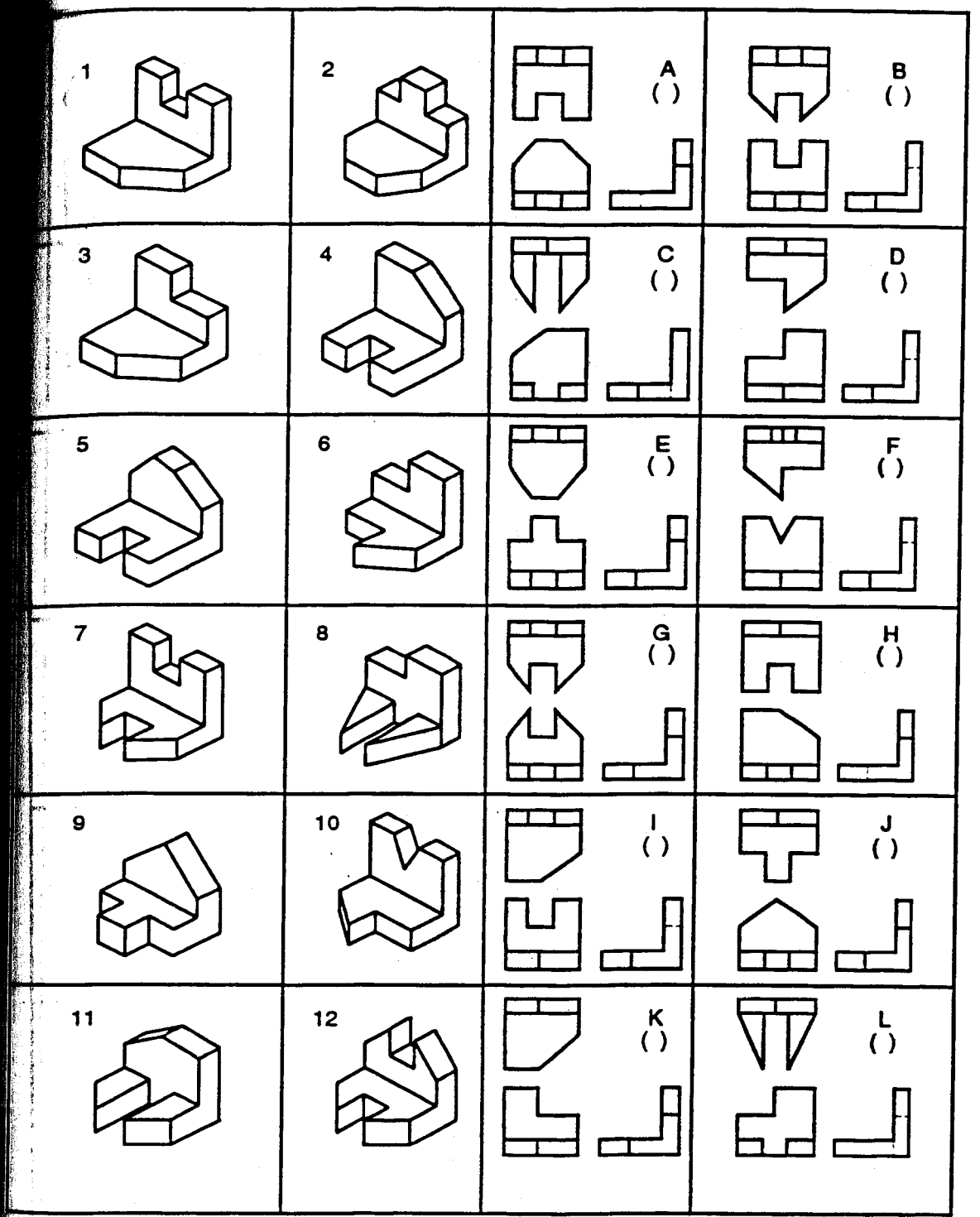


Figura 8.18. Relacionar isometrías y proyecciones ortogonales

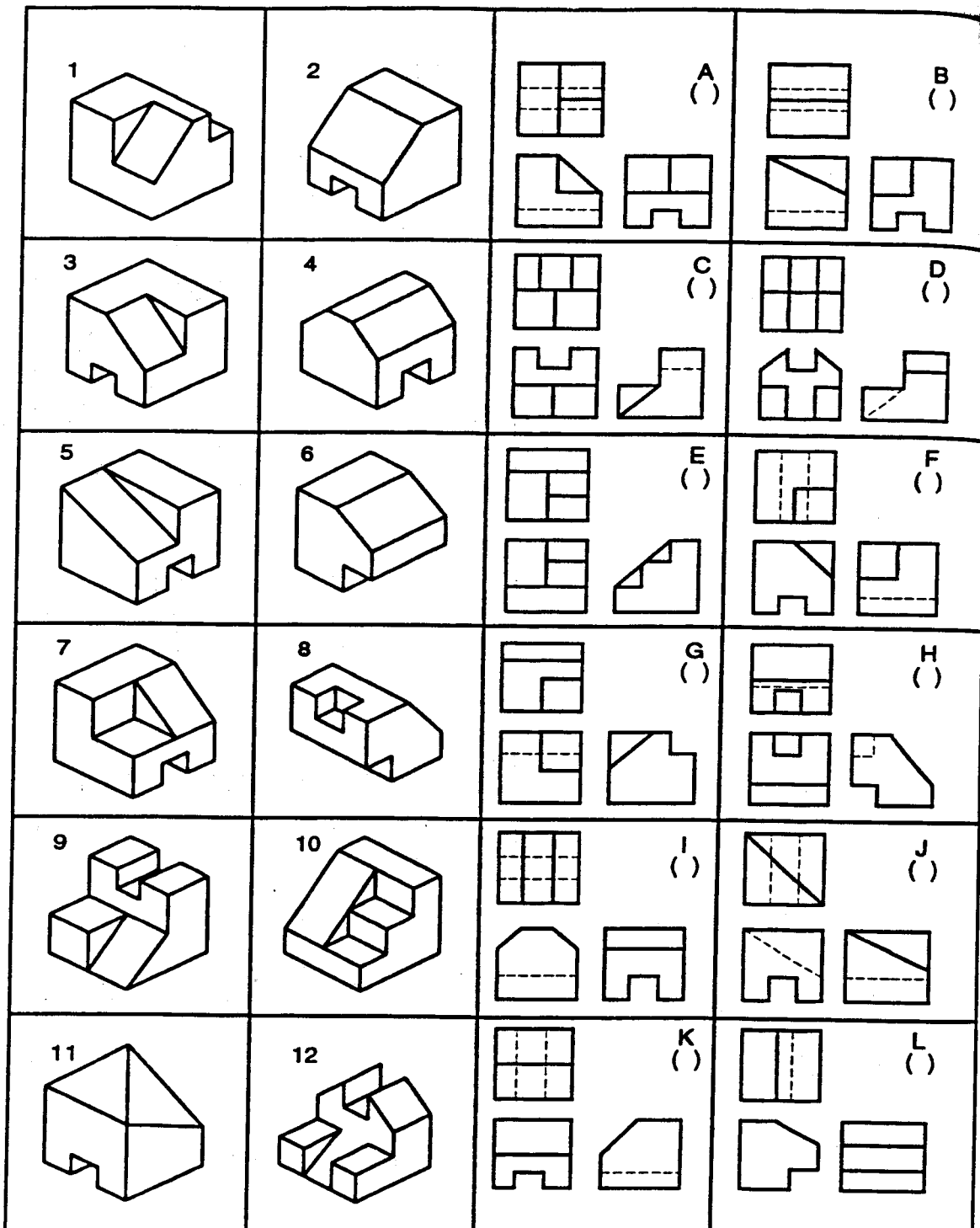


Figura 8.19. Relacionar isometrías y proyecciones ortogonales

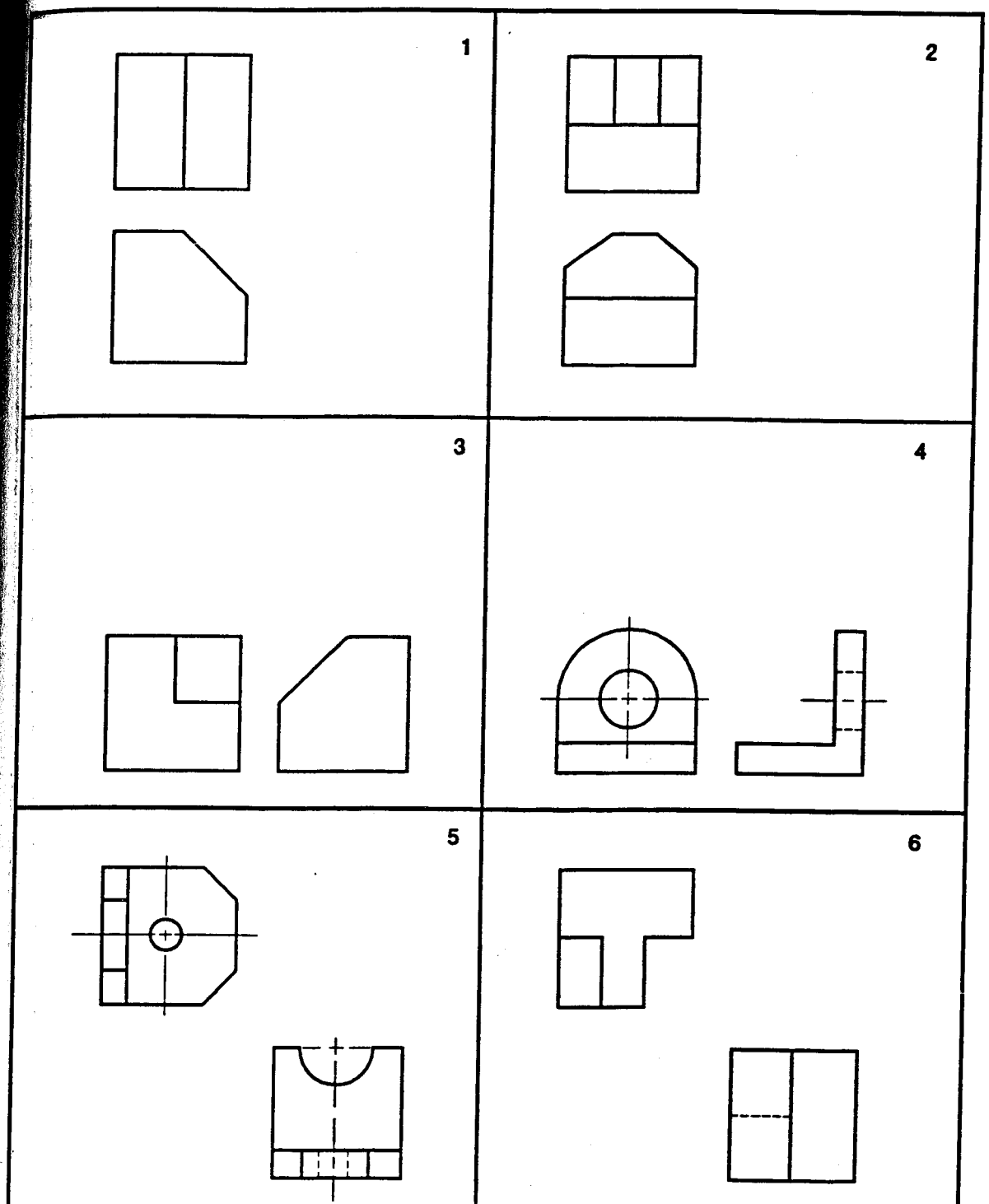


Figura 8.20. Obtener la vista faltante

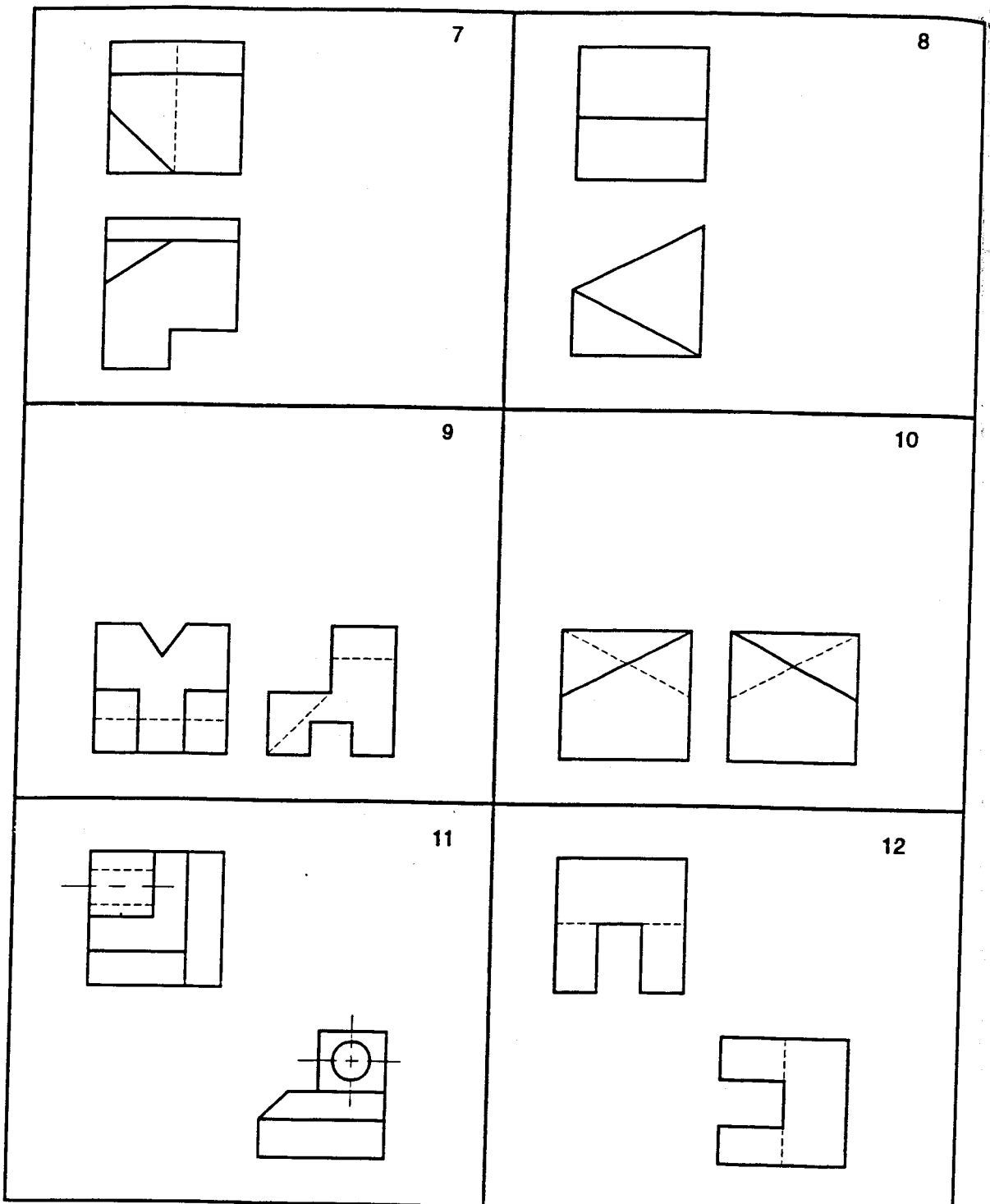


Figura 8.20. Obtener la vista faltante (*continuación*)

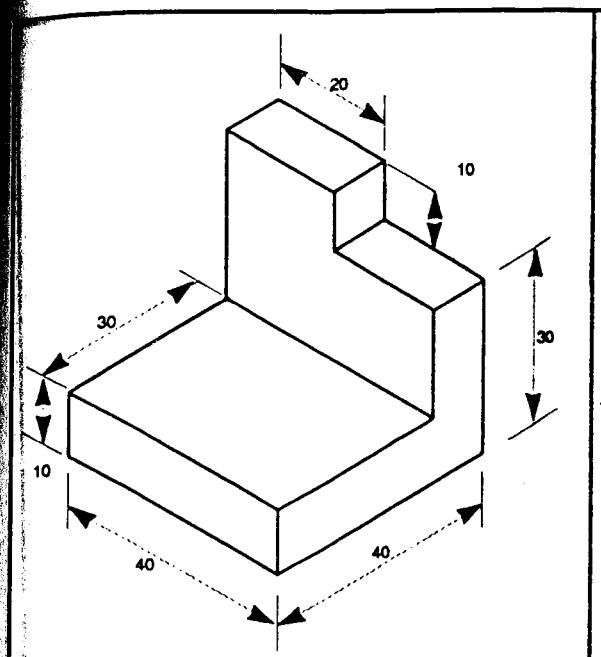


Figura 8.20. A

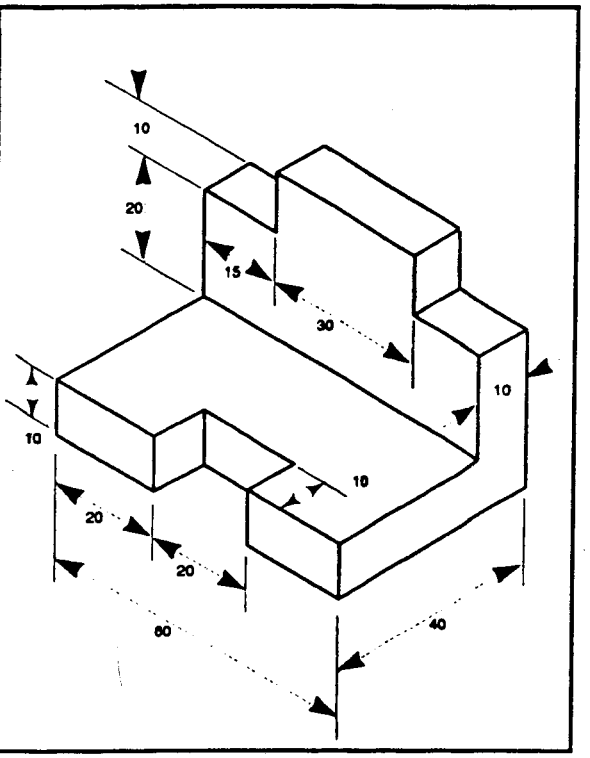


Figura 8.20. B

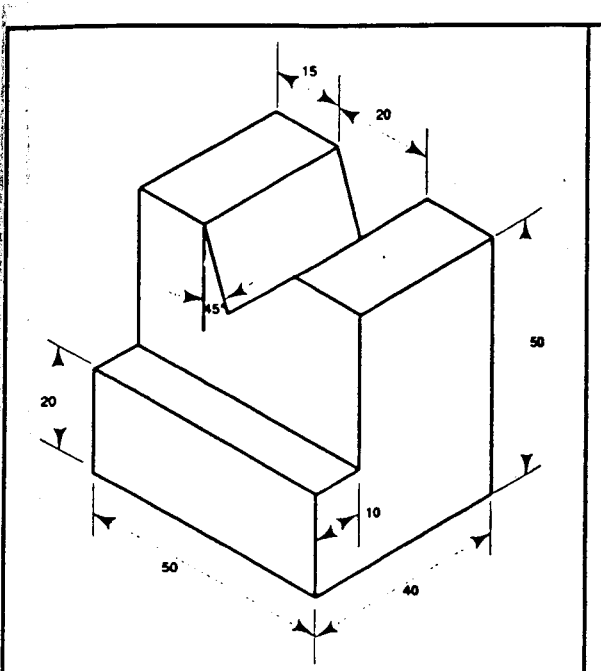


Figura 8.20. C

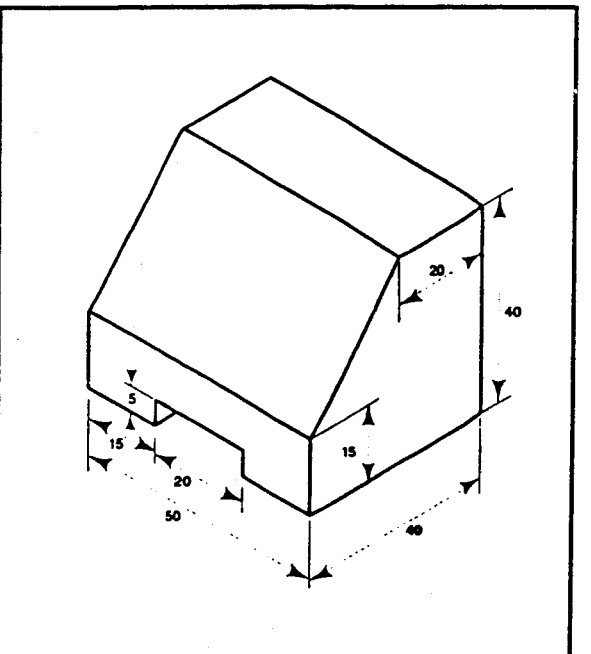


Figura 8.20. D

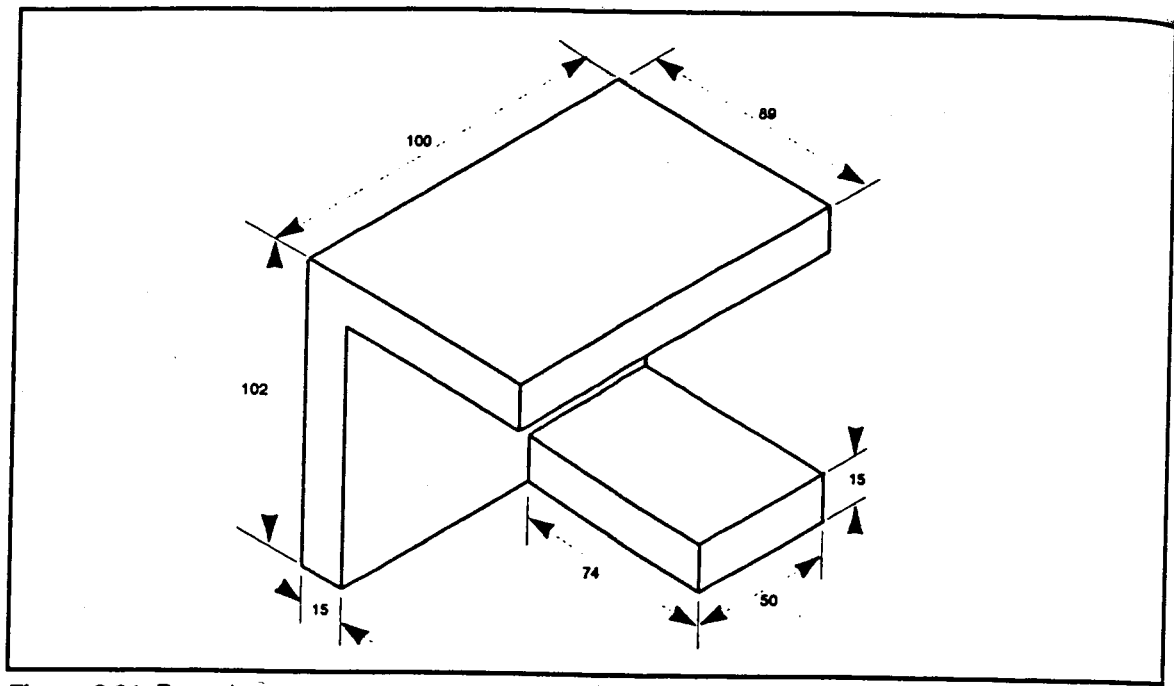


Figura 8.21. Base de tope

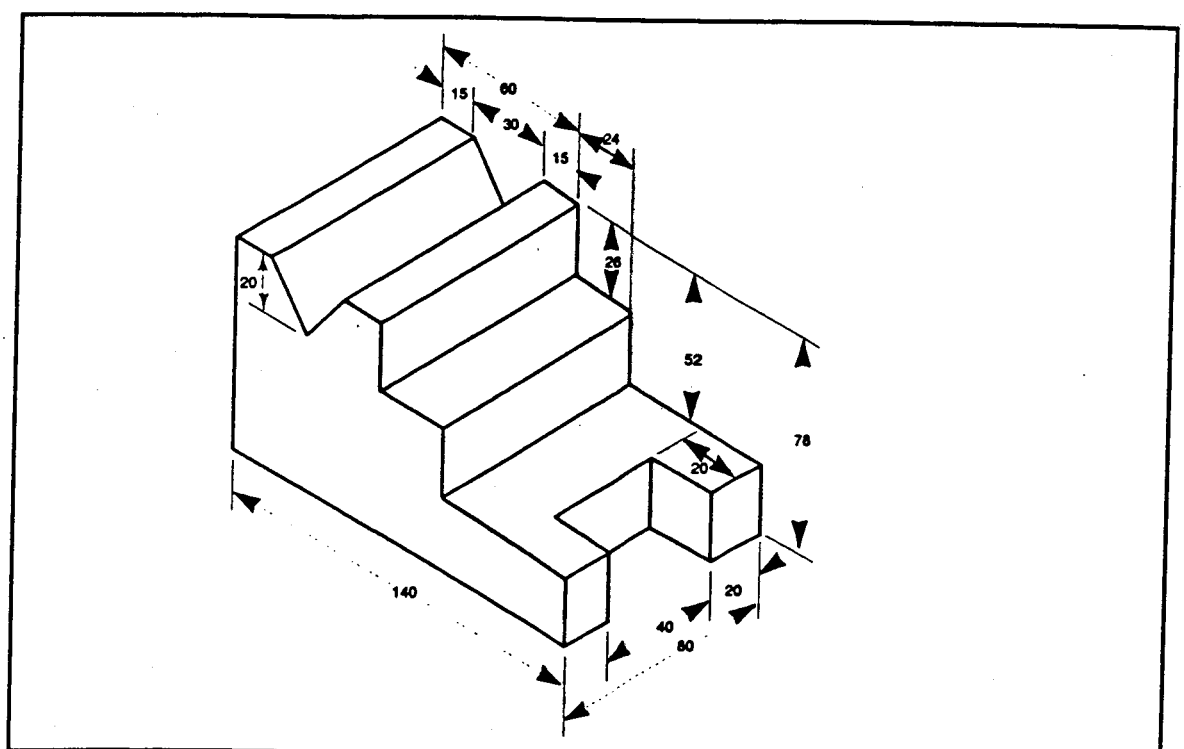


Figura 8.22. Bloque escalonado

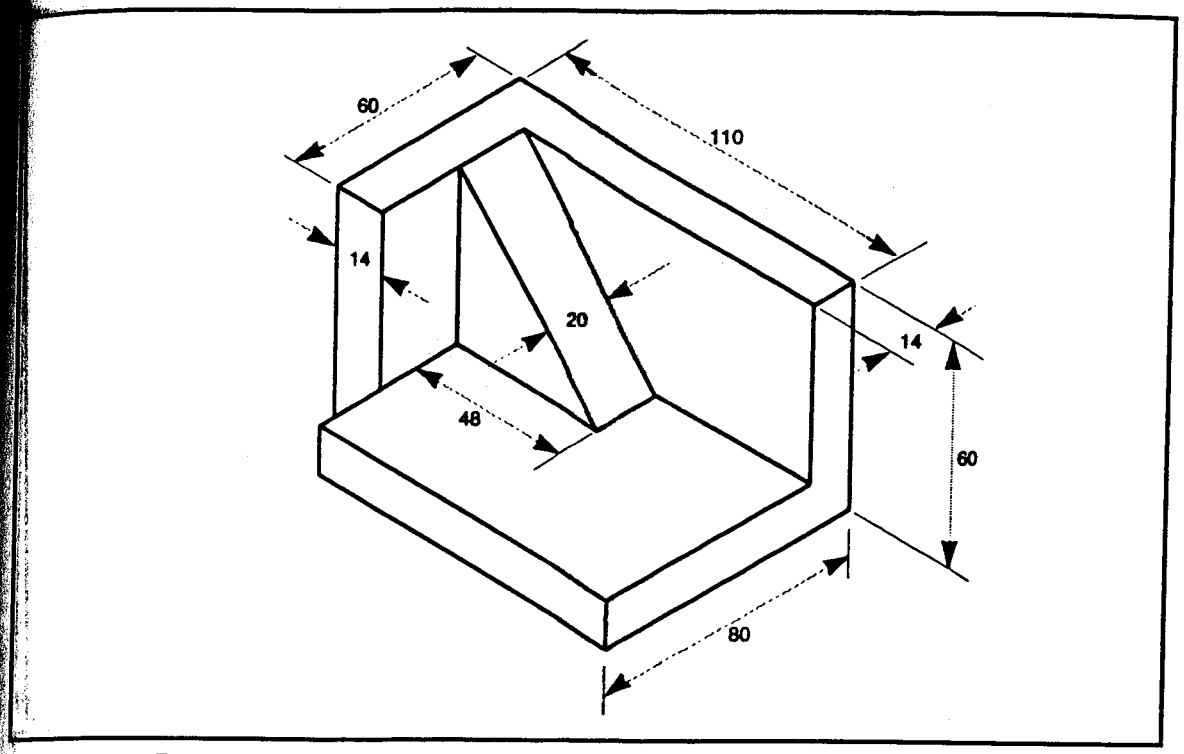


Figura 8.23. Tope recto

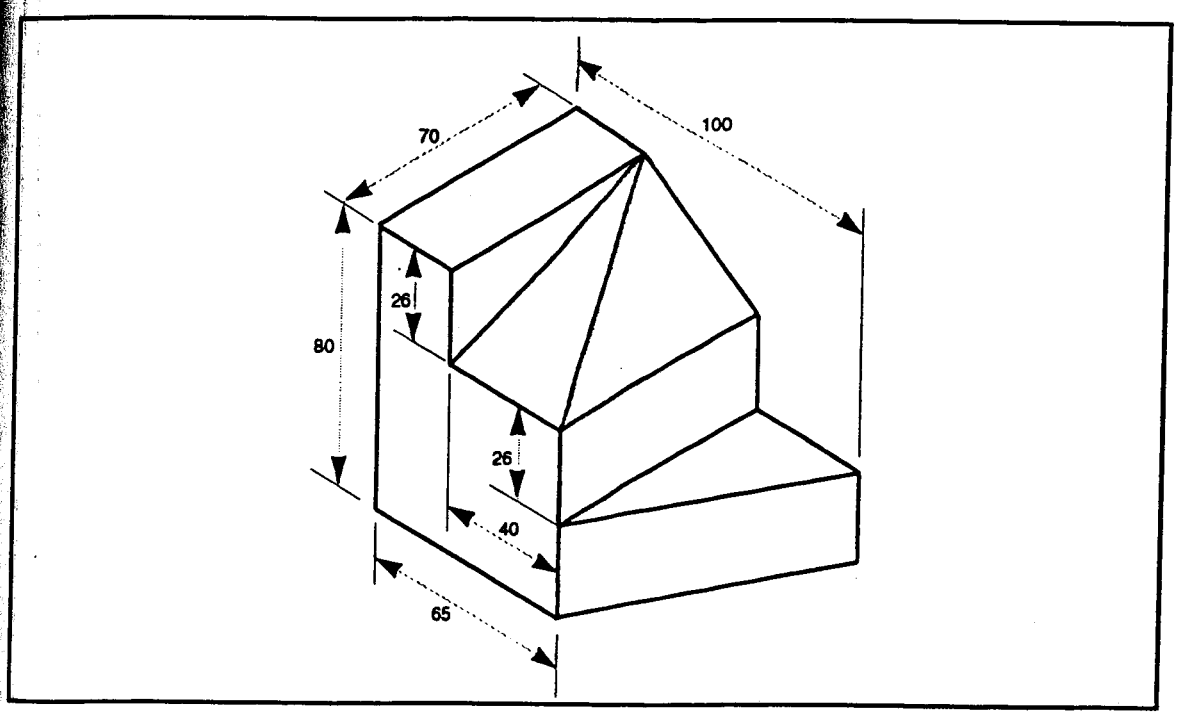


Figura 8.24. Bloque en pico

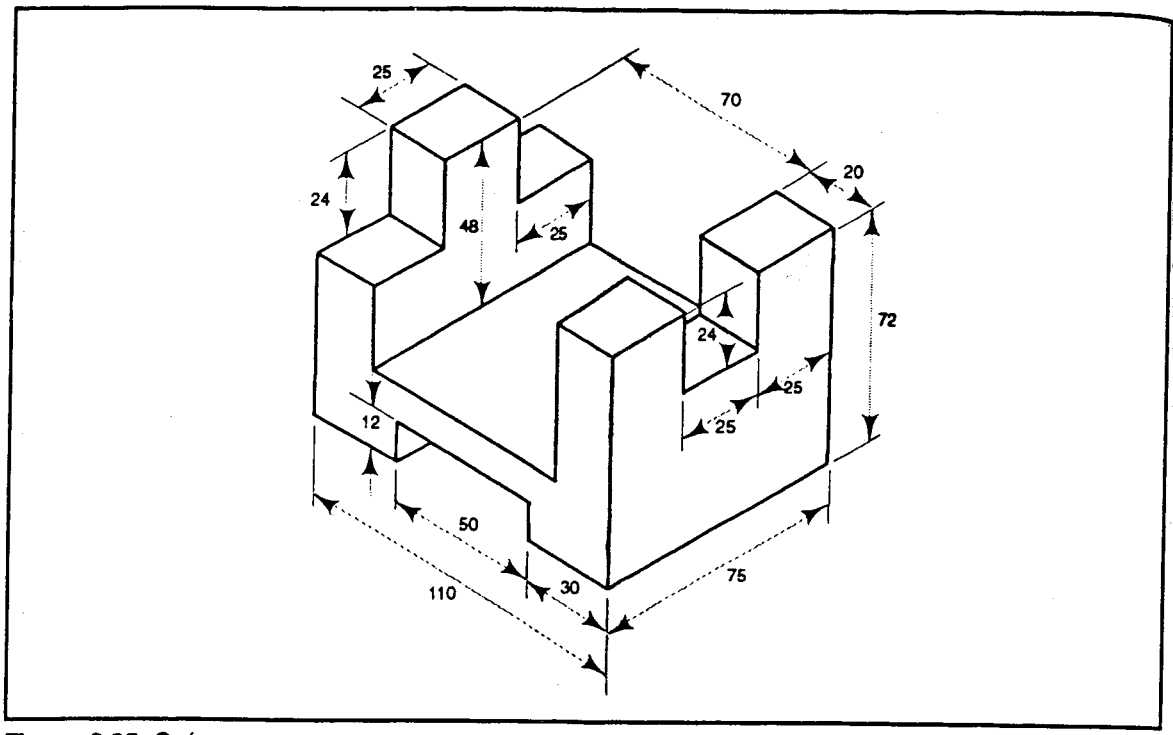


Figura 8.25. Guía recta

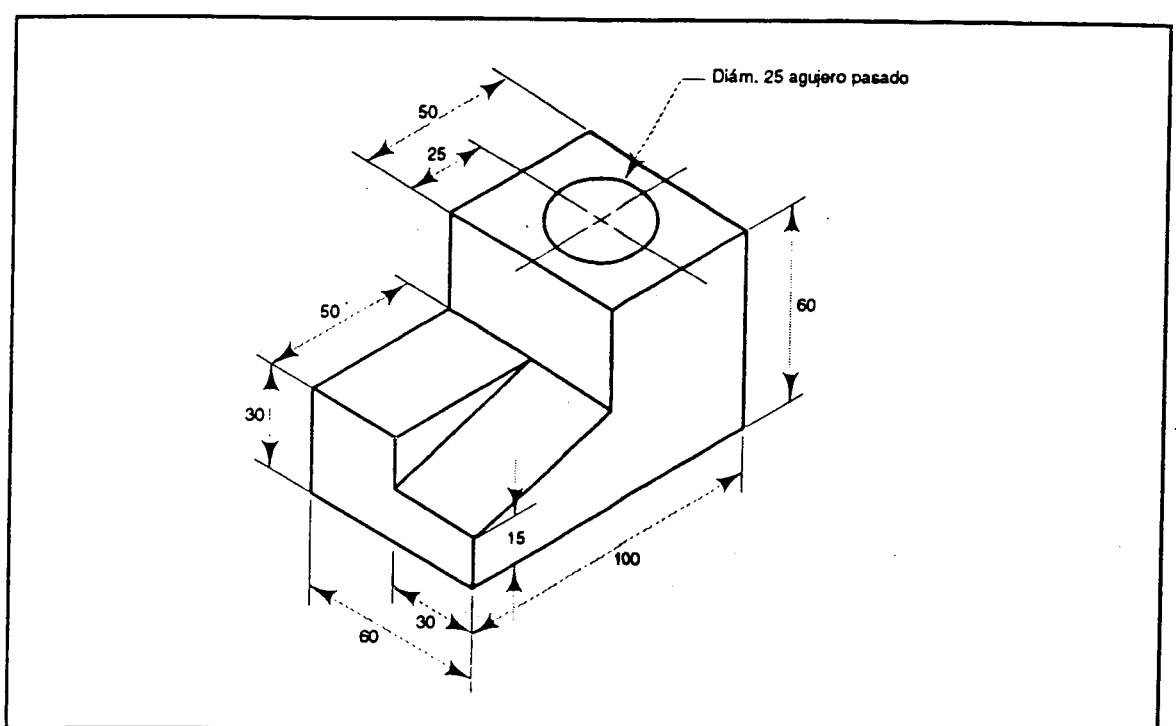


Figura 8.26. Bloque de ajuste

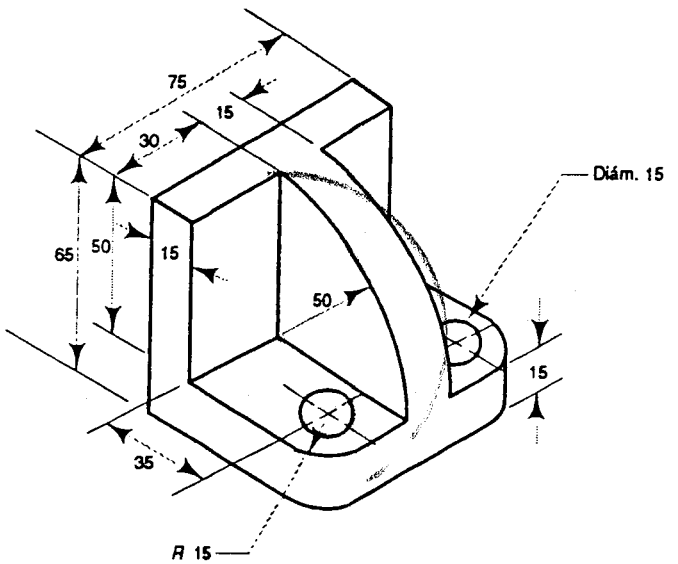


Figura 8.27. Sujetador recto

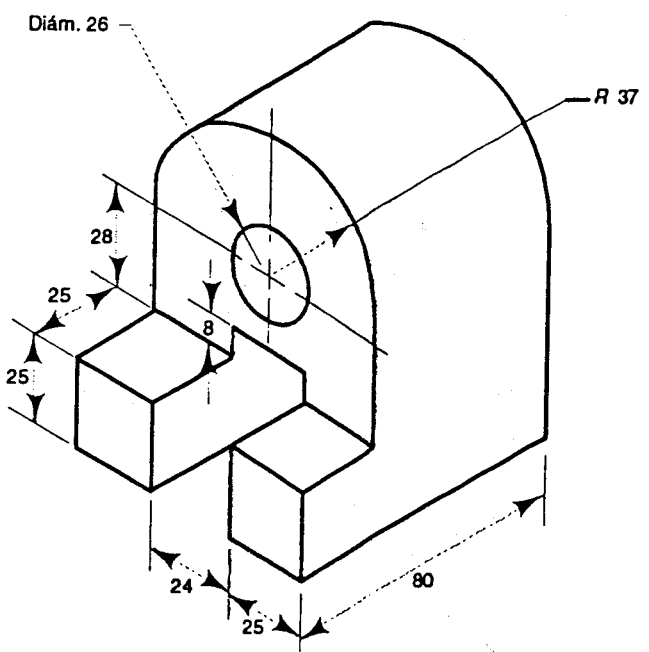


Figura 8.28. Guías de tope

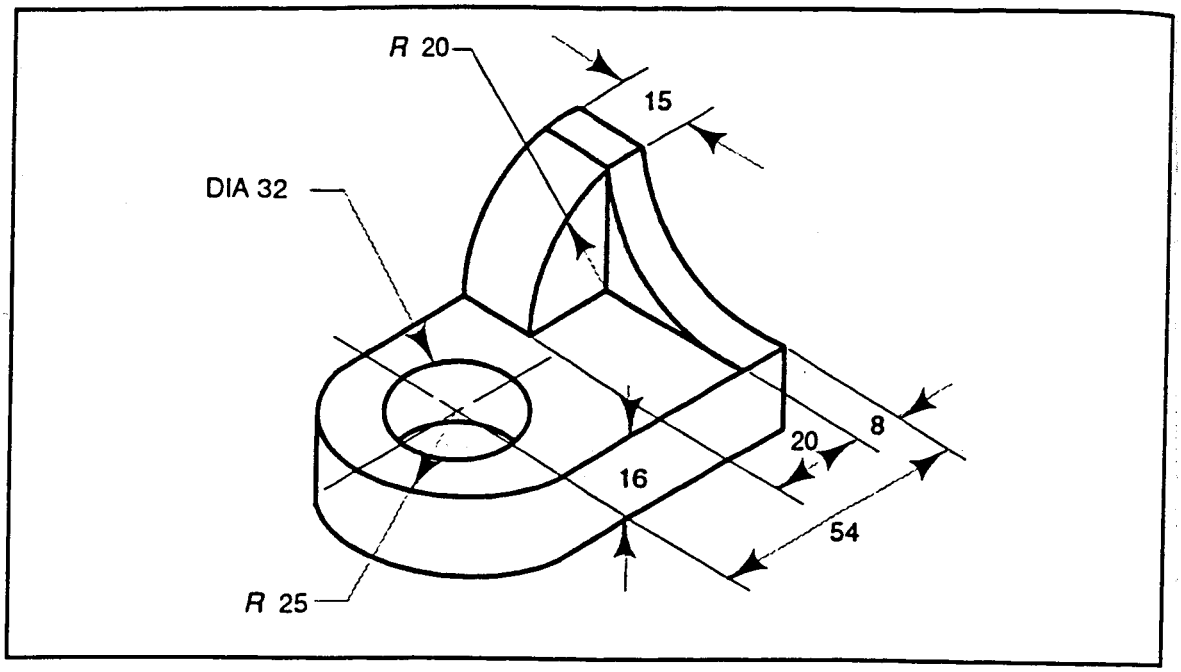


Figura 8.29. Bloque estable

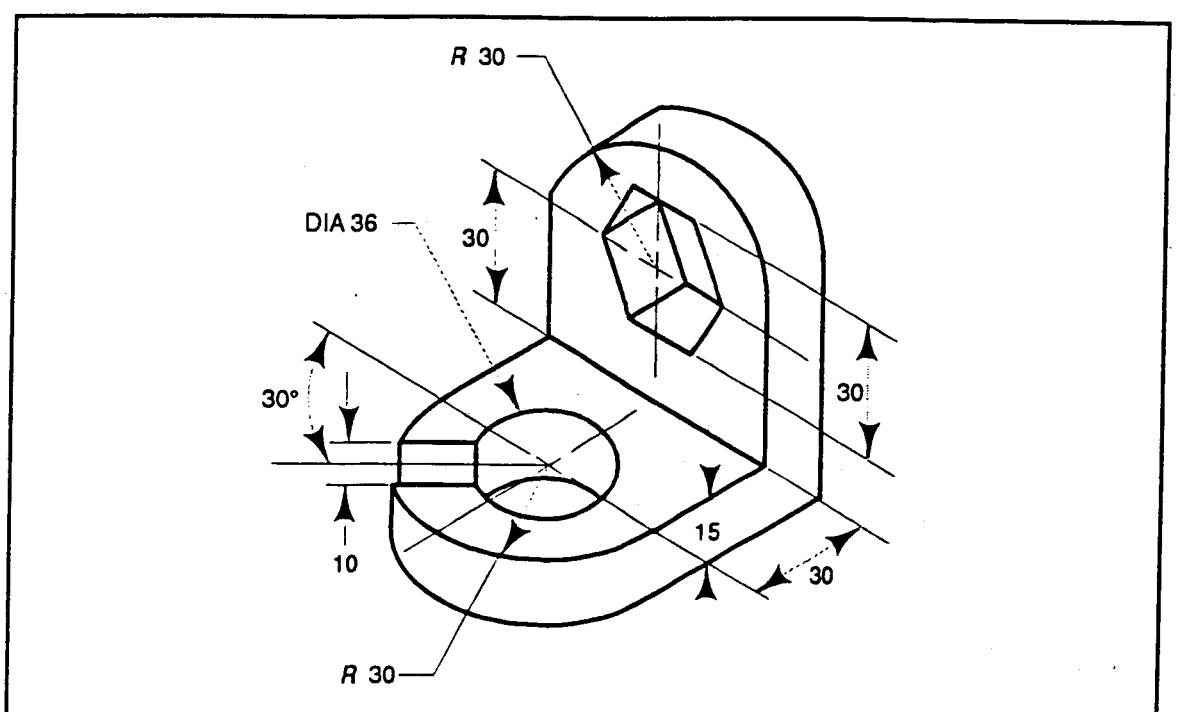
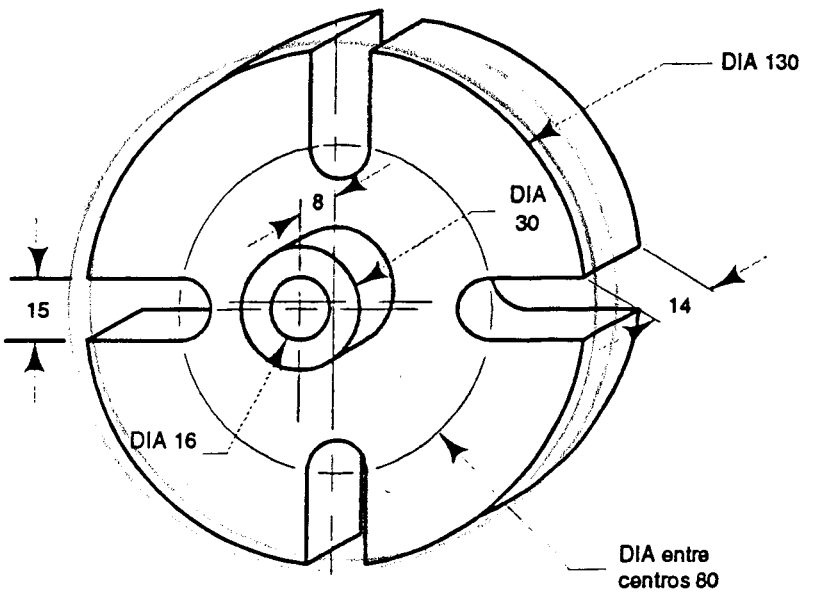


Figura 8.30. Tope hexagonal



igura 8.31. Tapa fija

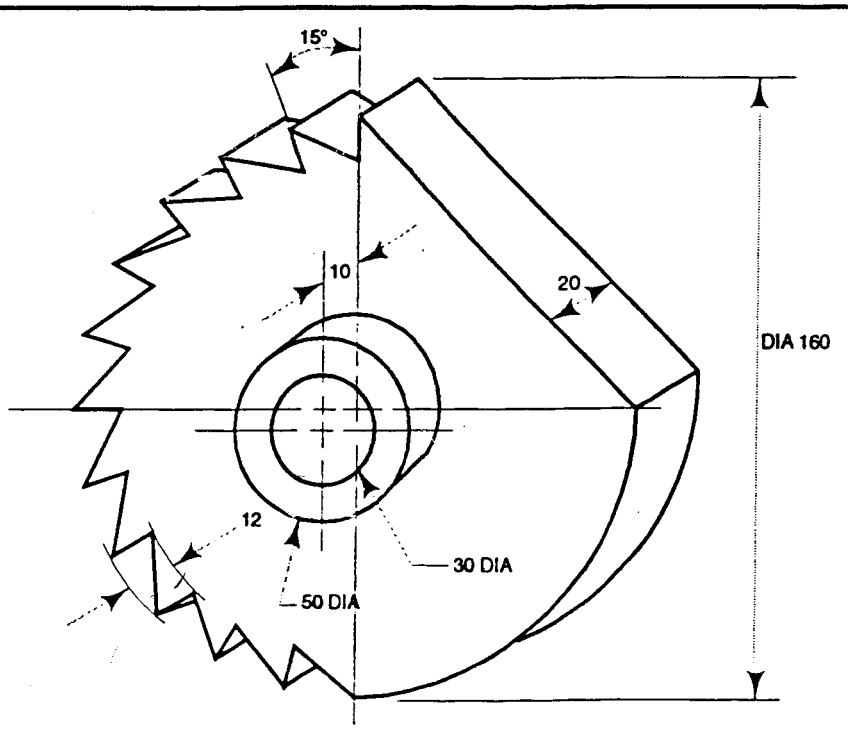


Figura 8.32. Guía dentada

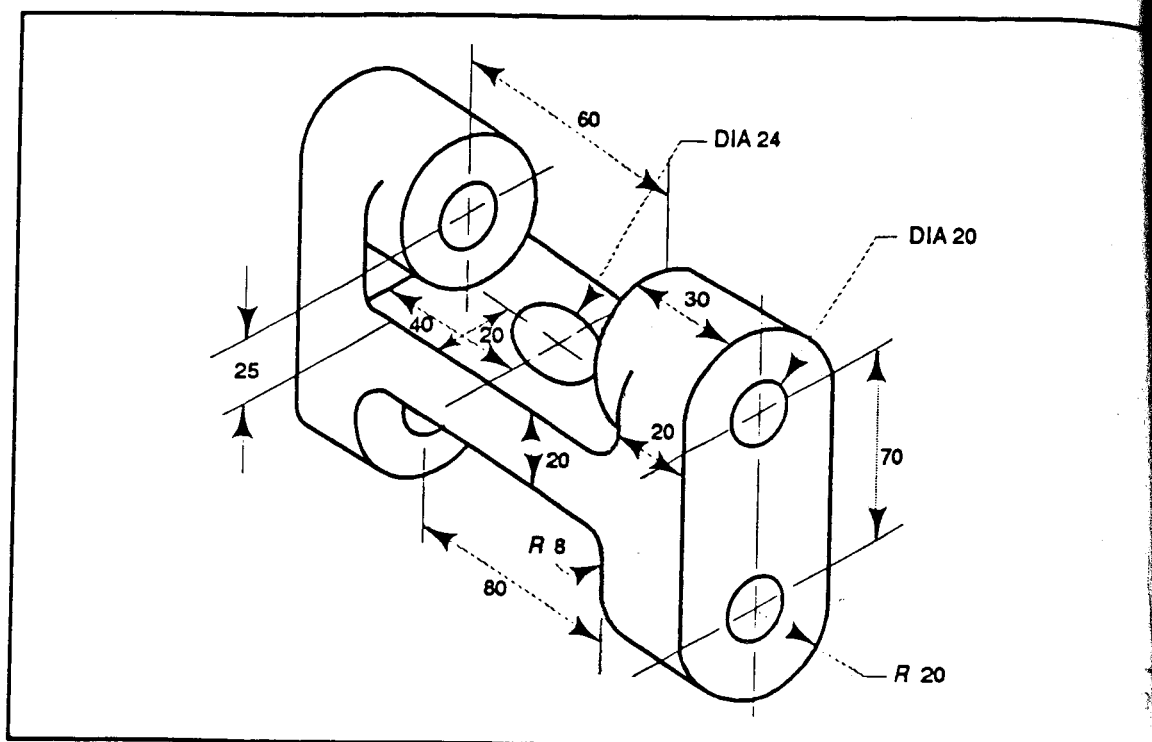


Figura 8.33. Apoyo de ajuste

Capítulo 9

SISTEMA EUROPEO DE PROYECCIÓN

El hecho de que la proyección ortogonal se pueda describir en dos sistemas (el americano y el europeo) no significa que las vistas obtenidas a partir de las seis caras del objeto sean diferentes para cada sistema. Las vistas se obtienen de igual modo; es decir, las vistas obtenidas de un objeto en sistema americano, son las mismas en el sistema europeo, lo que cambia es sólo su posición.

UBICACIÓN DEL SISTEMA EUROPEO

El sistema europeo de proyección se basa centrando la vista frontal en el primer cuadrante (a diferencia del americano, que se centra en el tercer cuadrante). La lógica de este sistema provoca un despliegue de vistas opuesto, esto debido a que al ubicar la vista superior en otro cuadrante fuera del primero sólo queda la opción de bajarla al cuarto cuadrante, generando el siguiente razonamiento en la ubicación: lo de arriba (vista superior) se dibuja abajo de la vista frontal (cuarto cuadrante); lo del lado derecho se dibuja del lado izquierdo (segundo cuadrante); lo del lado izquierdo se dibuja hacia el lado derecho de la frontal y lo de abajo (vista inferior) se dibuja arriba de la frontal.

La vista posterior se ubica hacia el lado derecho de la vista lateral izquierda (figura 9 .1).

En el sistema europeo de proyección se puede aplicar perfectamente la técnica de la telaraña ortogonal para la trasportación de dimensiones de una vista a otra mediante las líneas de inglete normal y zemat. El sistema europeo se identifica mediante el símbolo ISO del primer cuadrante.

El sistema europeo en proyección ortogonal simple, comparado con el ameri-

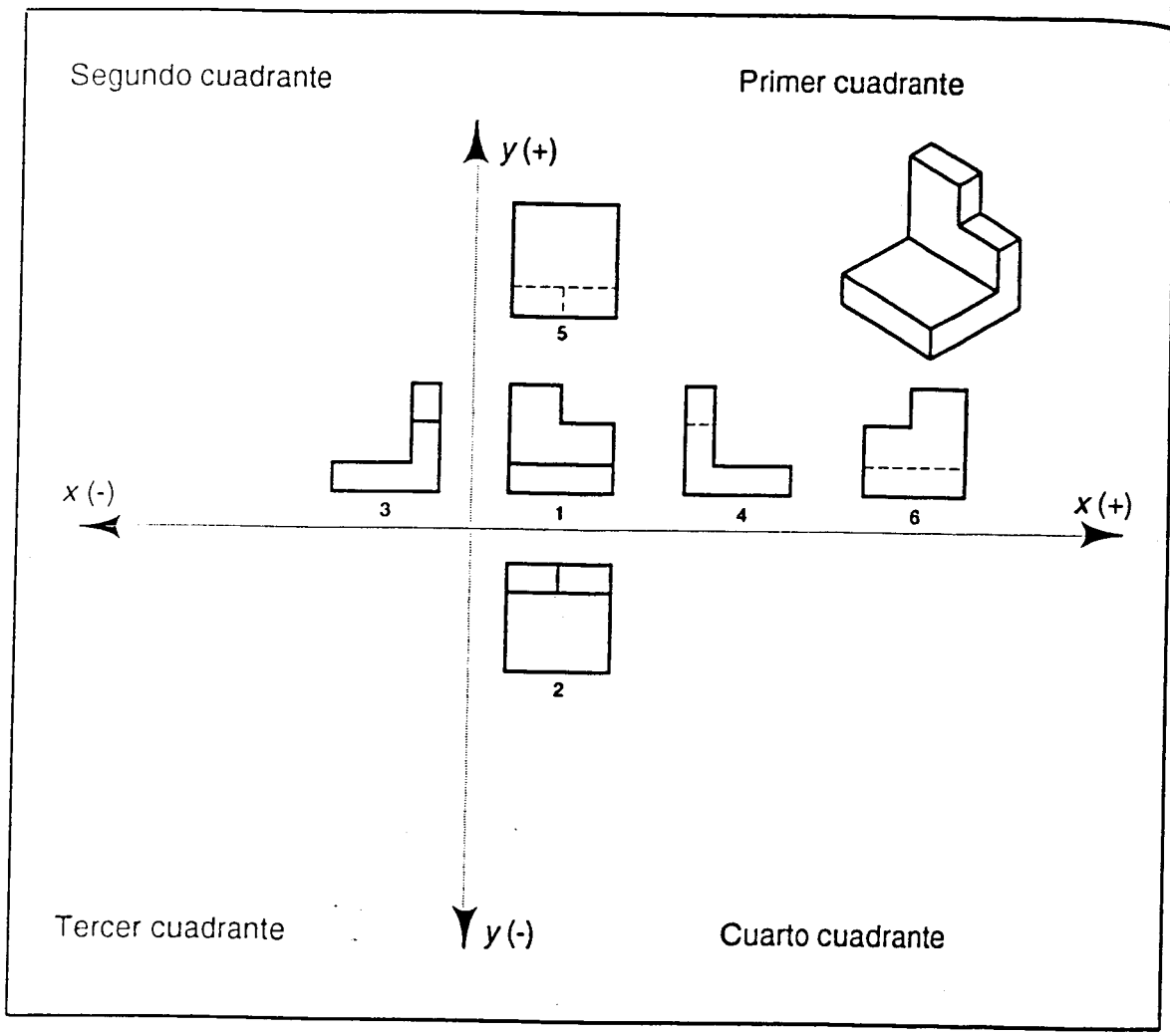
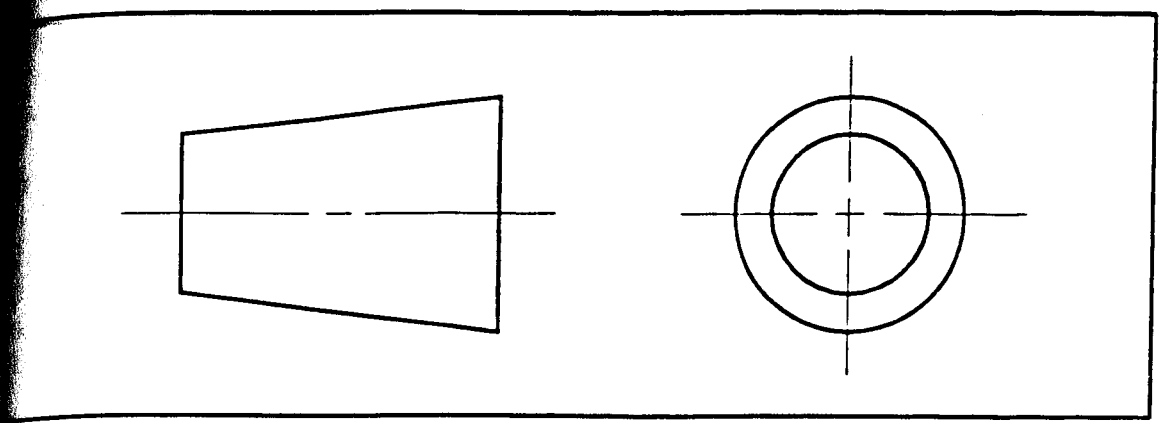


Figura 9.1. Distribución de vistas en sistema europeo de proyección: 1. vista frontal; 2. vista superior; 3. vista lateral derecha; 4. vista lateral izquierda; 5. vista inferior; 6. vista posterior.



igura 9.2. Símbolo ISO del primer cuadrante

ano nos proporciona una forma de visua-
ización más adecuada para su compren-
ión (figura 9.3).

La proyección ortogonal en sistema uropeo deja libre el tercer cuadrante; por lo tanto, al manejarse en POS, las vistas superior y lateral derecha podrían moverse al cuadrante vacío efectuándose así la segunda y tercera posición del sistema europeo (figura 9.4).

PRÁCTICAS

Se recomienda utilizar las mismas prácticas del capítulo ocho, cambiando lo dado en sistema americano de dichas figuras a sistema europeo.

Las prácticas se pueden realizar croquizando en cuadrícula los "cambios" solicitados y con dibujos de detalle seleccionados a partir de la figura 8.20.

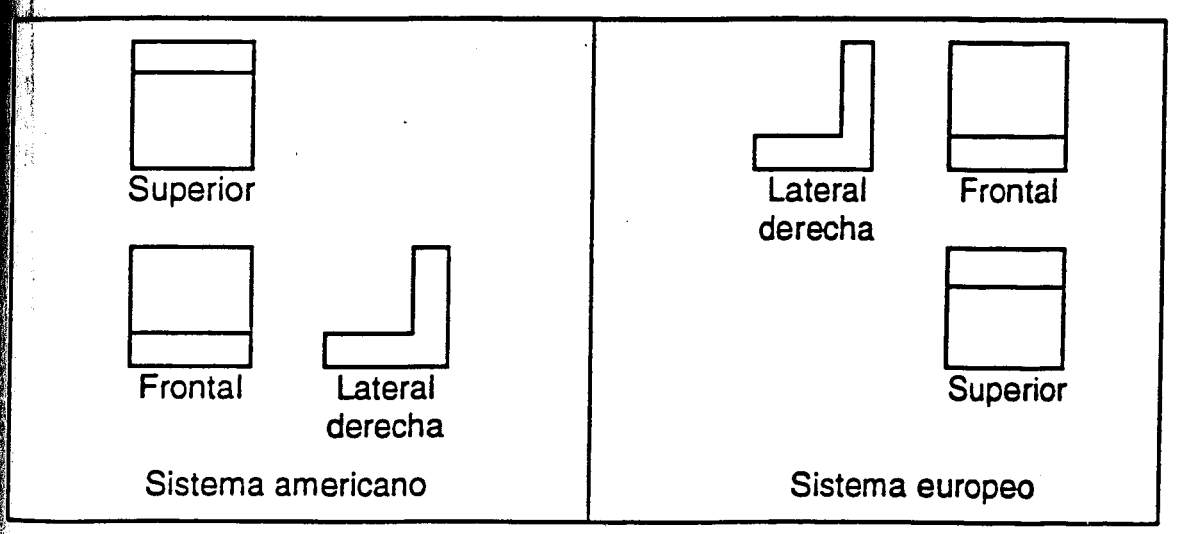


Figura 9.3. Comparación entre el sistema americano y europeo

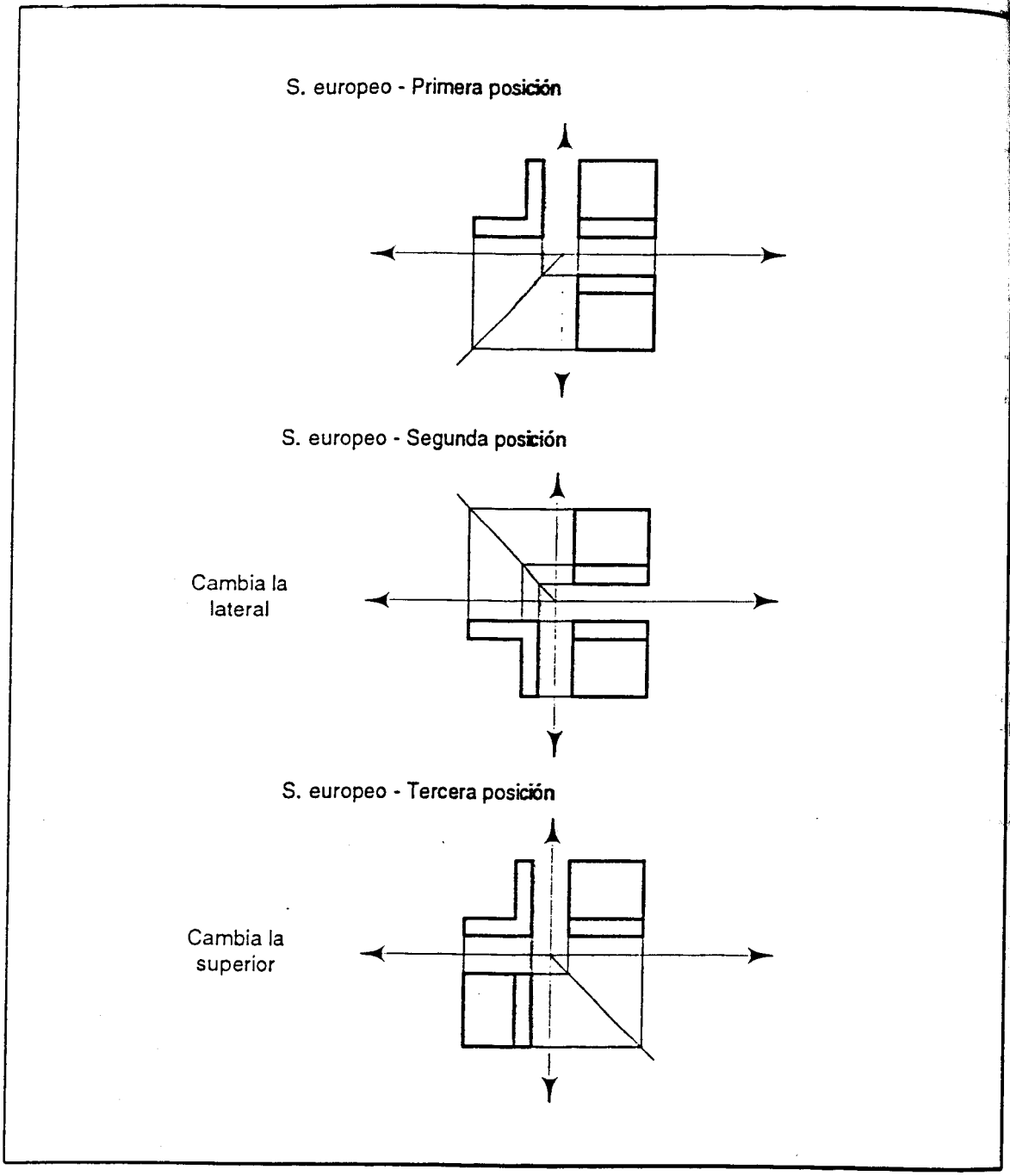


Figura 9.4. Sistema europeo en POS de primera, segunda y tercera posición

Capítulo 10

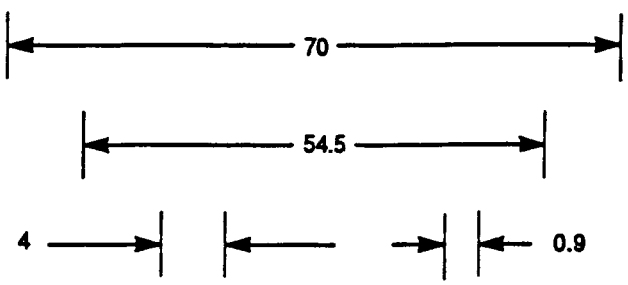
ACOTACIÓN ELEMENTAL

Para que se considere que un dibujo de detalle está completo y, por lo tanto, sirva para que el objeto se pueda mandar fabricar, debe contener en forma clara y correcta su descripción de forma; es decir, las vistas y su descripción de tamaño; o sea las acotaciones y notas de fabricación.

Las normas y reglas básicas de acotación se basan en el seguimiento de un orden en el acomodo, separación, localización y simplificación en la descripción del tamaño de detalles, para que este orden facilite la interpretación de lo dibujado y oriente en el proceso de fabricación a seguir.

UNIDADES DE MEDICIÓN

El estándar oficial de medición en la actualidad es el sistema métrico internacional; por lo tanto, todos los ejercicios de este



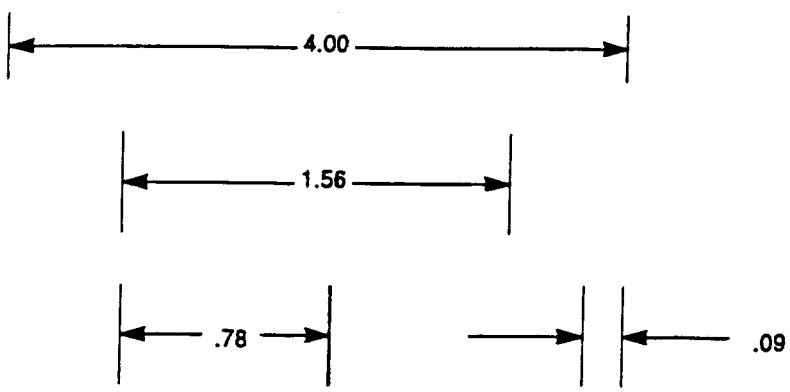
Acotación métrica

texto están dados en milímetros. Sin embargo, en este punto se mencionarán algunos aspectos del sistema de acotado en pulgadas.

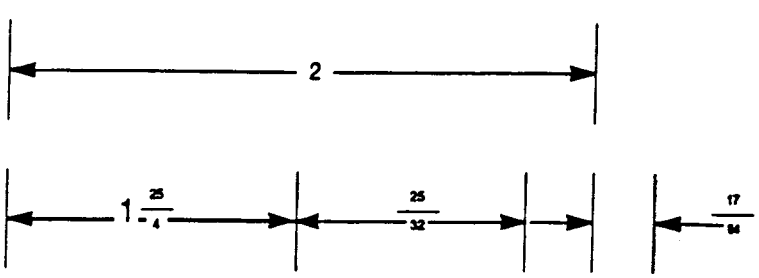
CONVENCIONES GENERALES SOBRE ACOTACIÓN

Lo que muestra la figura 10.1 da pauta para comprender los detalles que hay que respetar, por pequeños y sencillos qu parezcan, con el fin de adecuar nuestr dibujo a las normas de acotación y a un estética aceptable de apreciación.

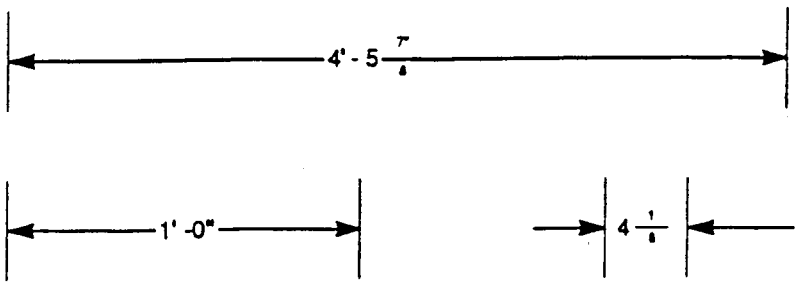
Las convenciones generales sobr acotación son sólo normas de tamaño d líneas, separaciones y números; si embargo, las normas de acotación s complementan al establecer reglamento sobre distribución, orden y prioridad d acomodo.



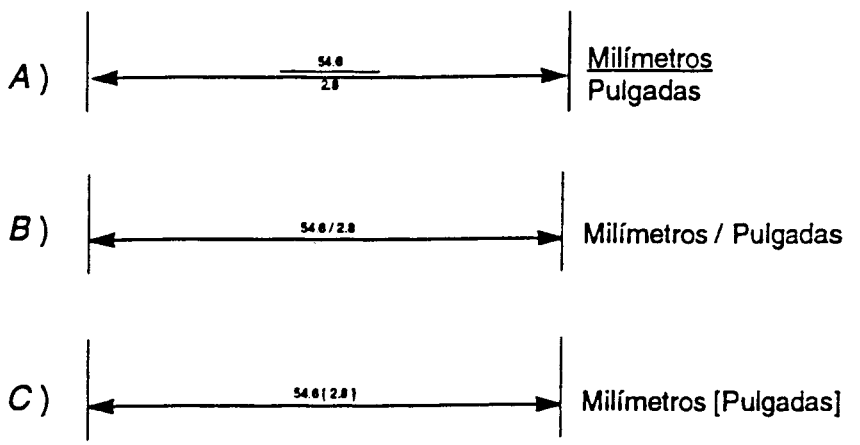
Acotación en decimales (pulgadas)



Acotación en fracciones comunes



Acotación en pies y pulgadas



Acotación dual

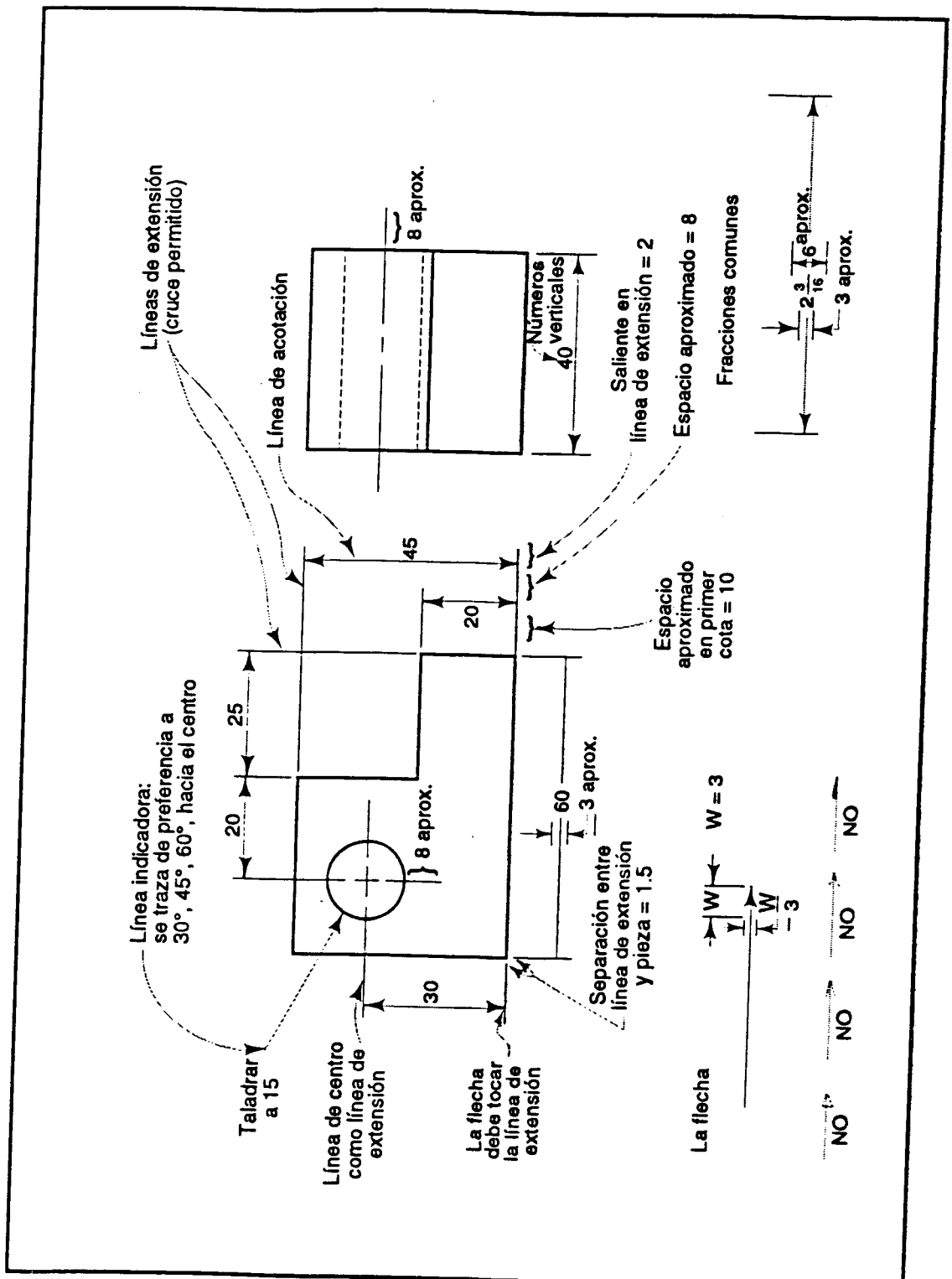
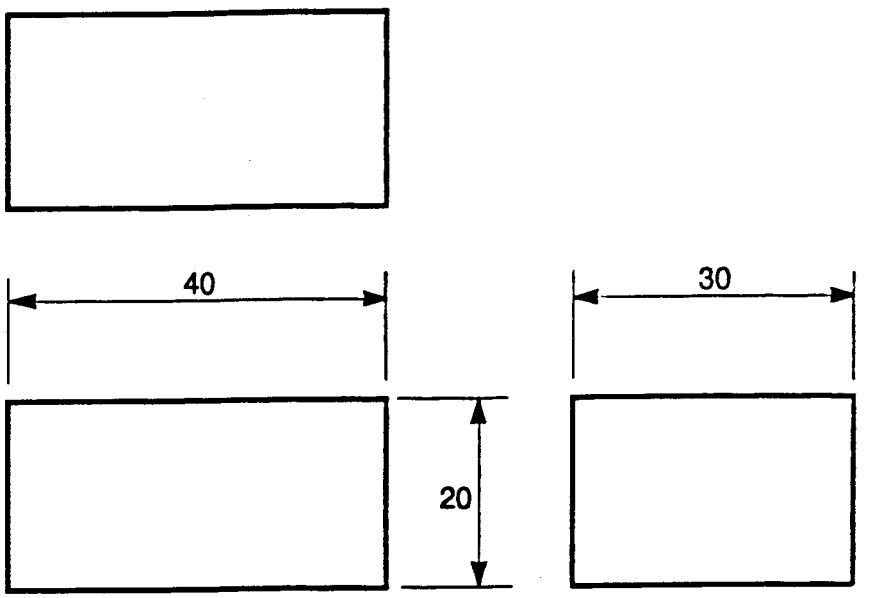


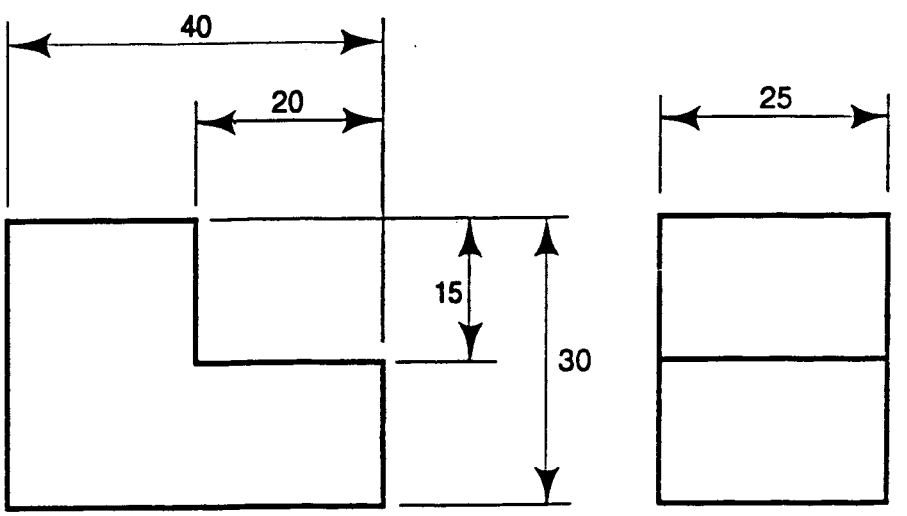
Figura 10.1. Convenciones generales sobre acotación

REGLAS BÁSICAS DE ACOTACIÓN

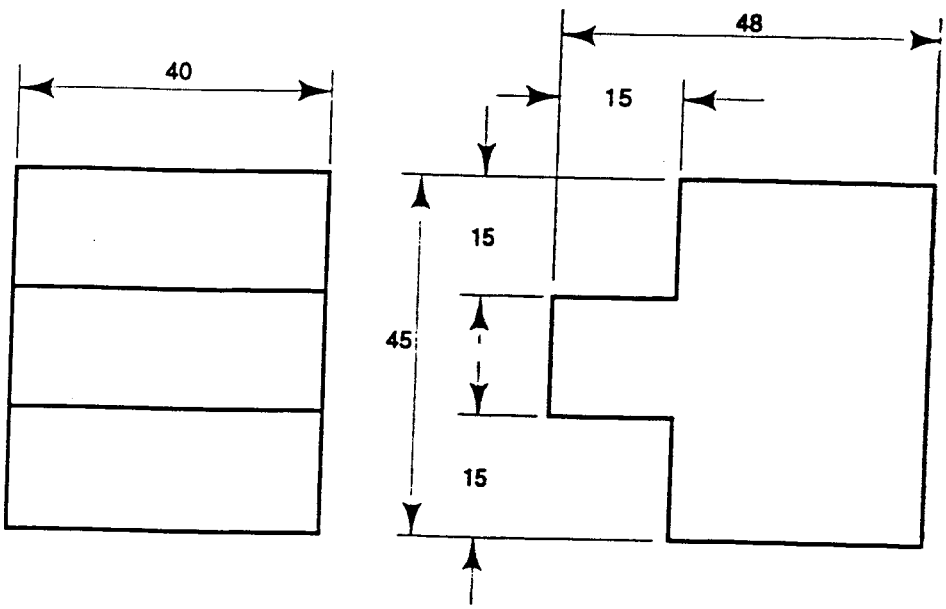
1. Colóquense las cotas entre las vistas siempre que sea posible.



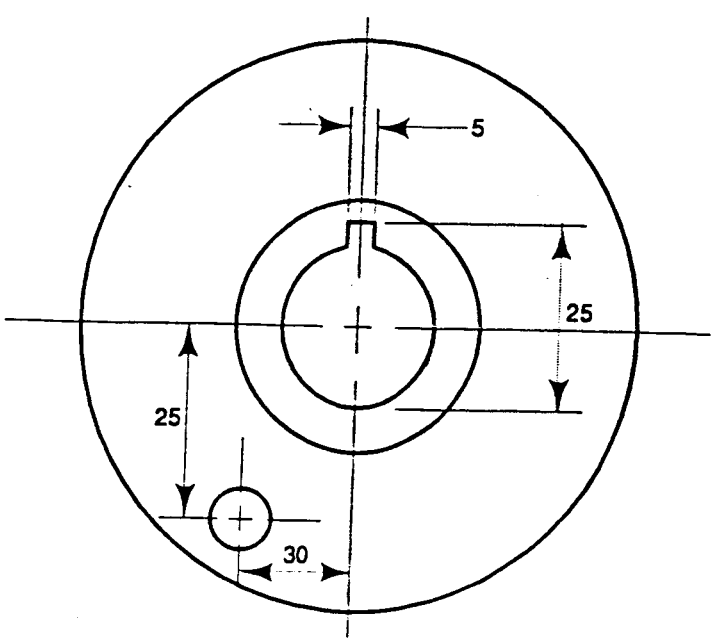
2. Las acotaciones se deben colocar en orden de menor a mayor, donde la cota menor debe ser la más cercana al objeto.



3. Colóquense las cotas cerca de la vista que muestre mejor la forma característica del objeto. Es válido "apuntar" la acotación desde afuera hacia adentro del detalle (cotas de 15).

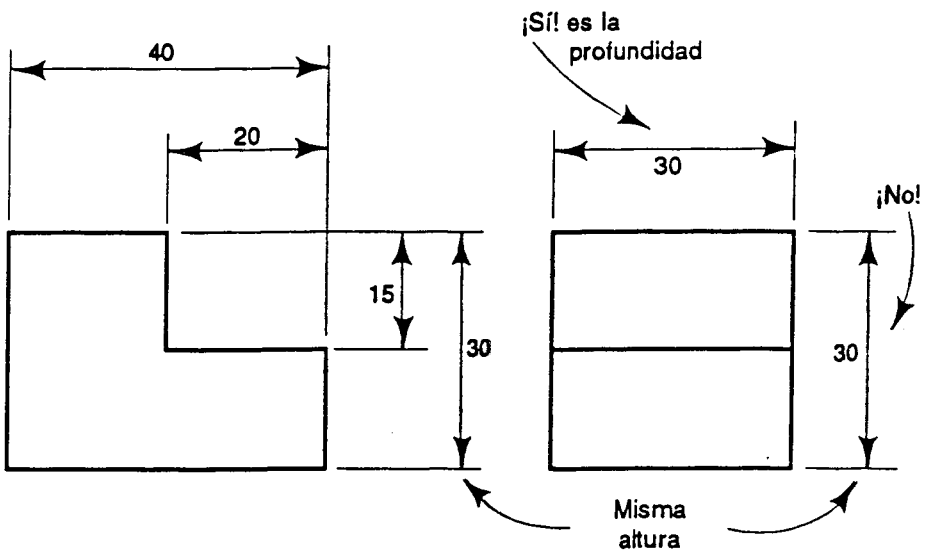


4. En los dibujos grandes es válido colocar cotas sobre las vistas para apreciar mejor el detalle.

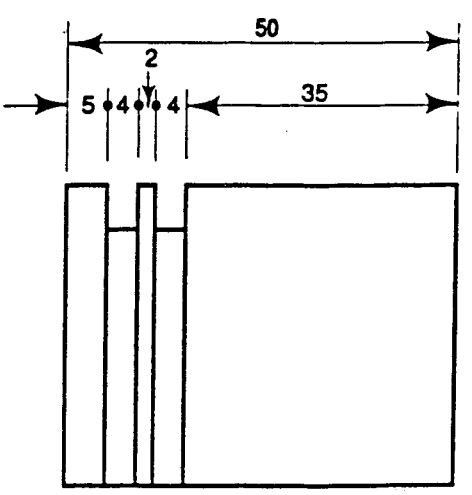


5. No se debe repetir la acotación dde un mismo detalle en alguna otra vista.

No hay que confundir cuando se repite una acotación del mismo detalle, a cuando se repite simplemente una medida. Una pieza puede tener muchos detalles que midan lo mismo; sin embargo, son detalles diferentes y, por lo tanto, hay que acotar cada uno de ellos. En el ejemplo anterior vemos una medida de profundidad igual a la de altura que sí hay que acotar y, por el contrario, vemos una de altura que se repite y hay que eliminar.



6. En espacios limitados se puede utilizar un pequeño círculo como punto, en lugar de flechas para ahorrar espacio.



ACOTACIÓN DE ÁNGULOS

Los ángulos se pueden acotar dando su medida en grados (°), minutos (') y segundos ("), o mediante las dimensiones que limitan su inicio final. Al realizar un dibujo a escala, ya sea ésta aumentativa o reductiva, los ángulos son los únicos que no deben modificarse, ya que su prolongación aumenta o reduce su proporción, junto con el objeto.

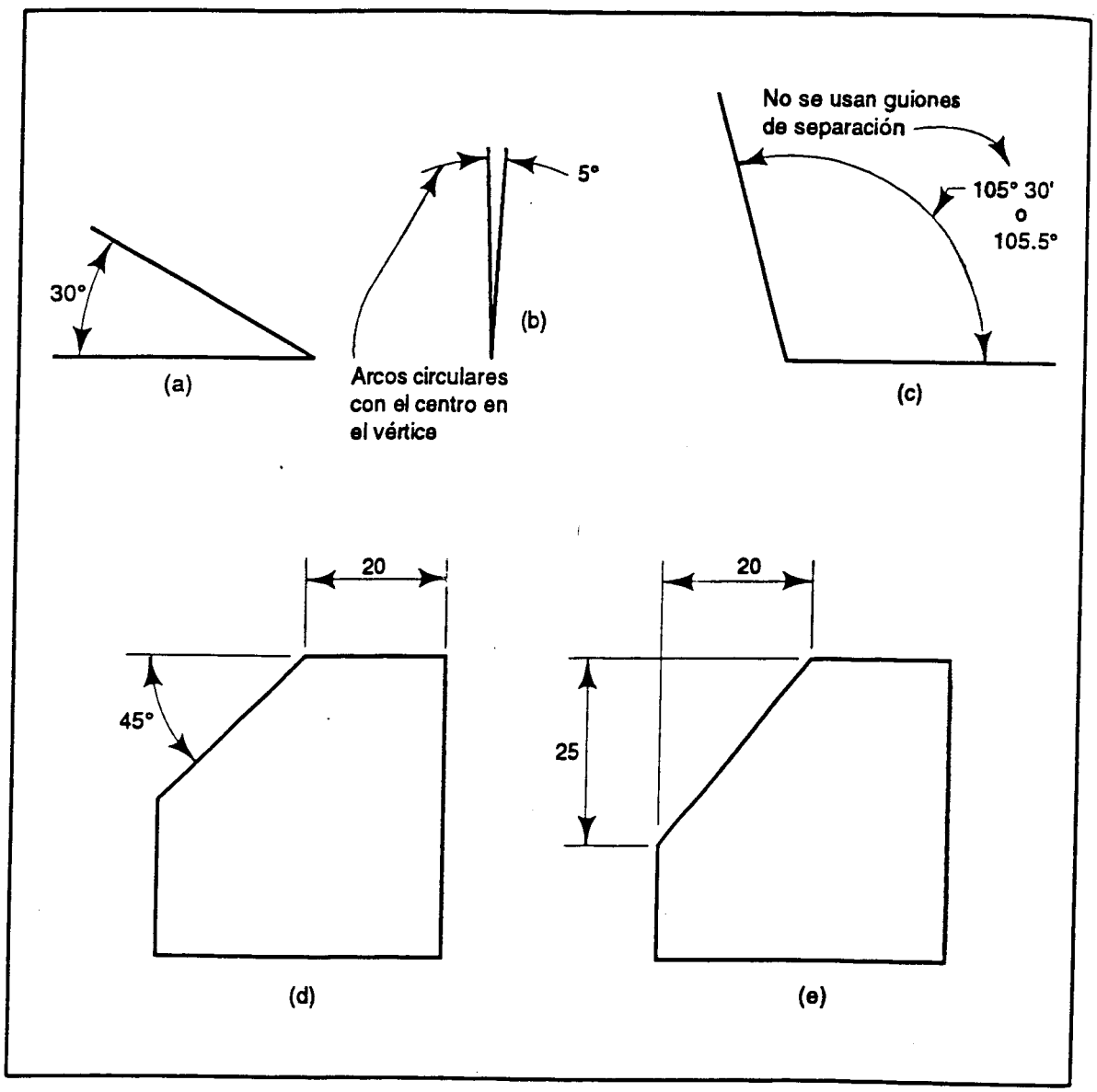


Figura 10.2. Acotación de ángulos

ACOTACIÓN DE RADIOS

La acotación de radios se efectúa mediante una línea de cota que sale del centro del arco y termina con una flecha sobre éste. También se puede acotar el arco por fuera. Siempre, en un radio, la letra R debe preceder a la cota.

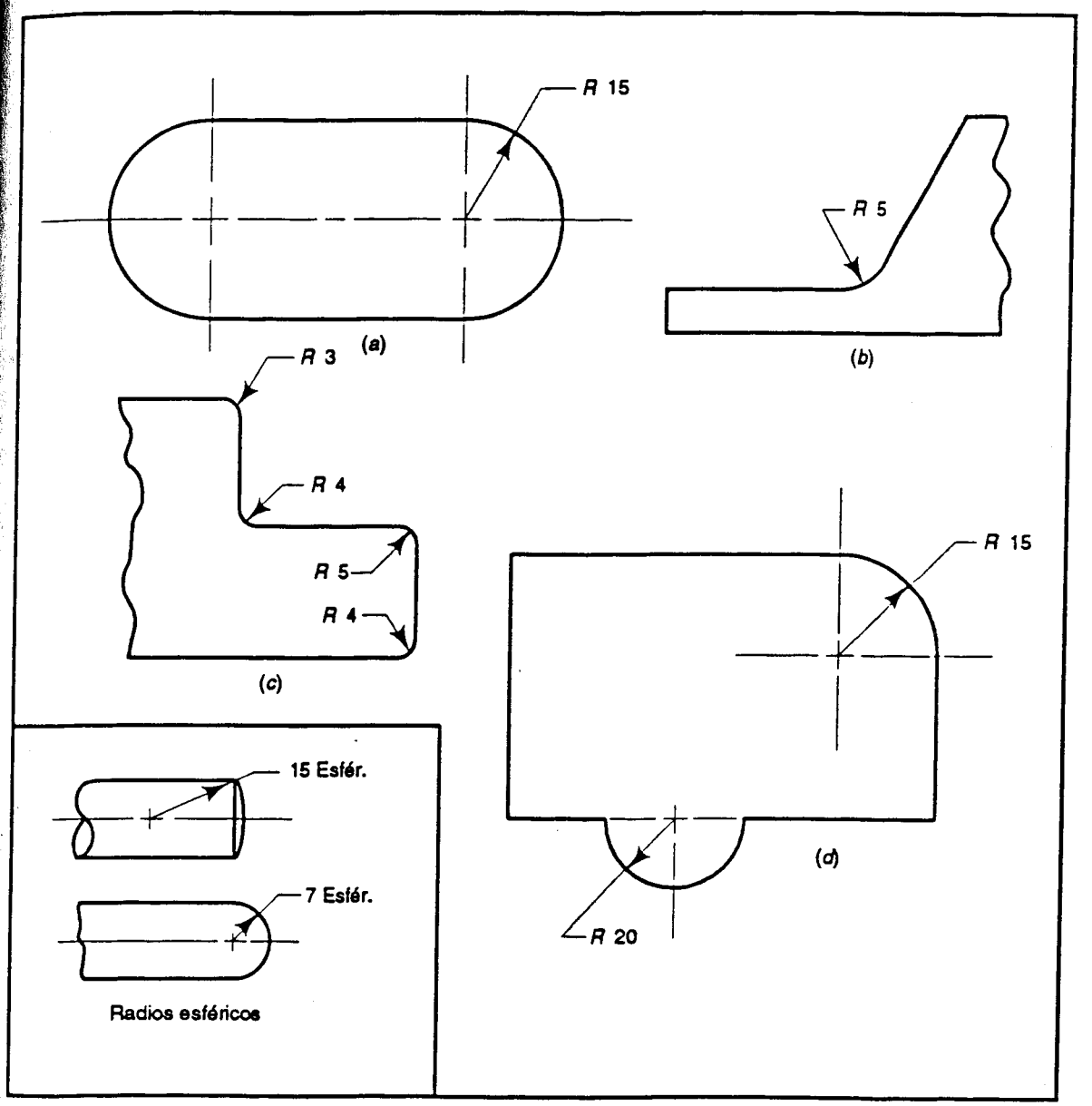


Figura 10.3. Acotación de radios

Cuando una pieza muestre un gran número de ángulos y cantos redondeados a la misma dimensión, se puede especificar mediante una cota.

ACOTACIÓN DE DIÁMETROS

Para representar la acotación de un diámetro mediante una línea indicadora, se utiliza la abreviación DIA o el símbolo Ø. Cuando se acota un diámetro mediante una línea de cota, en una vista circular, o en una vista adyacente a una circular, se puede omitir el símbolo de diámetro o la abreviación (figura 10. 4).

ACOTACIONES DE LOCALIZACIÓN

Este tipo de acotaciones se usan para ubicar formas geométricas con respecto a otras, después de haber dado las acotaciones de tamaño de dichas formas. Principalmente se utilizan en la ubicación de centros de agujeros (figura 10.5).

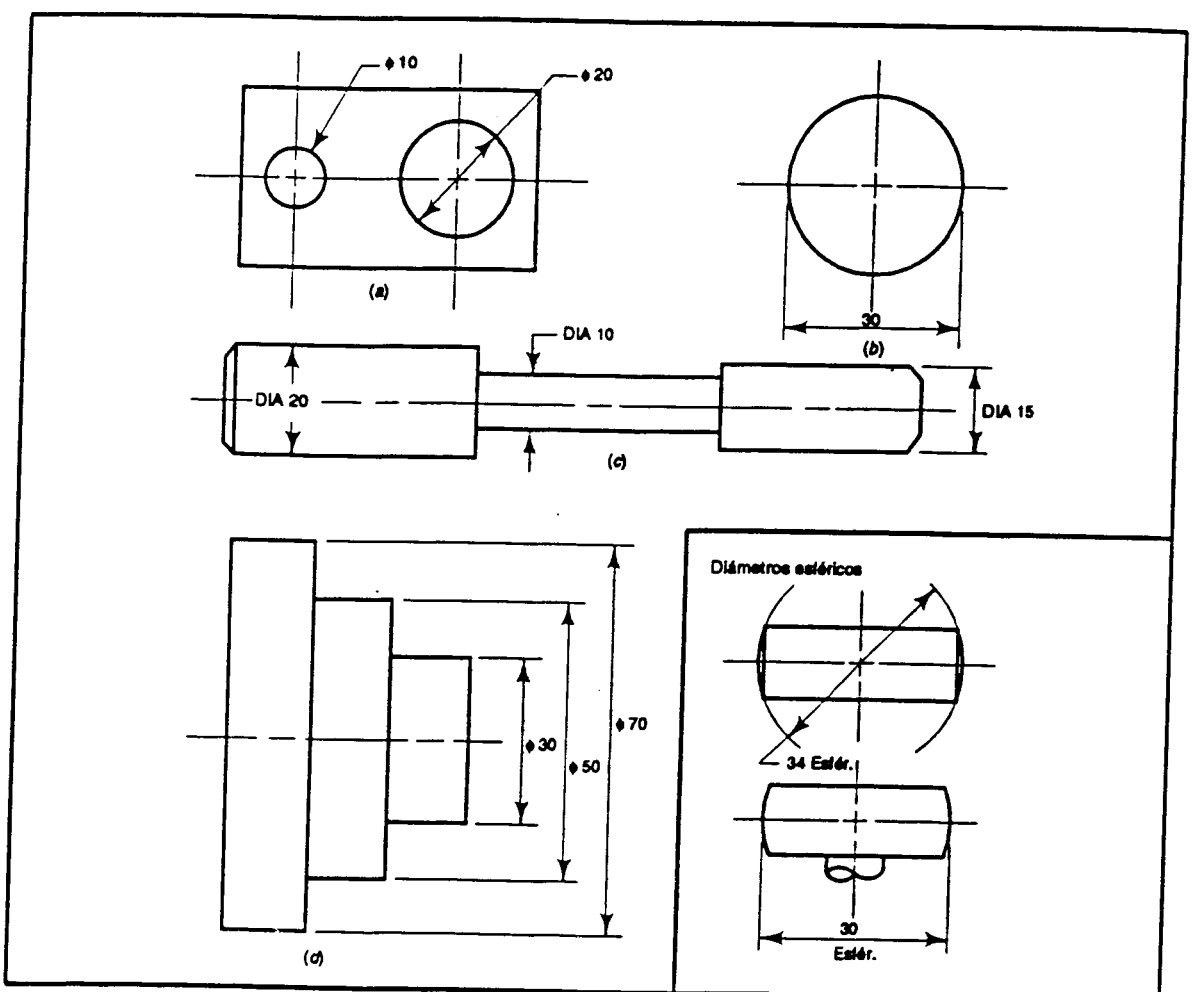
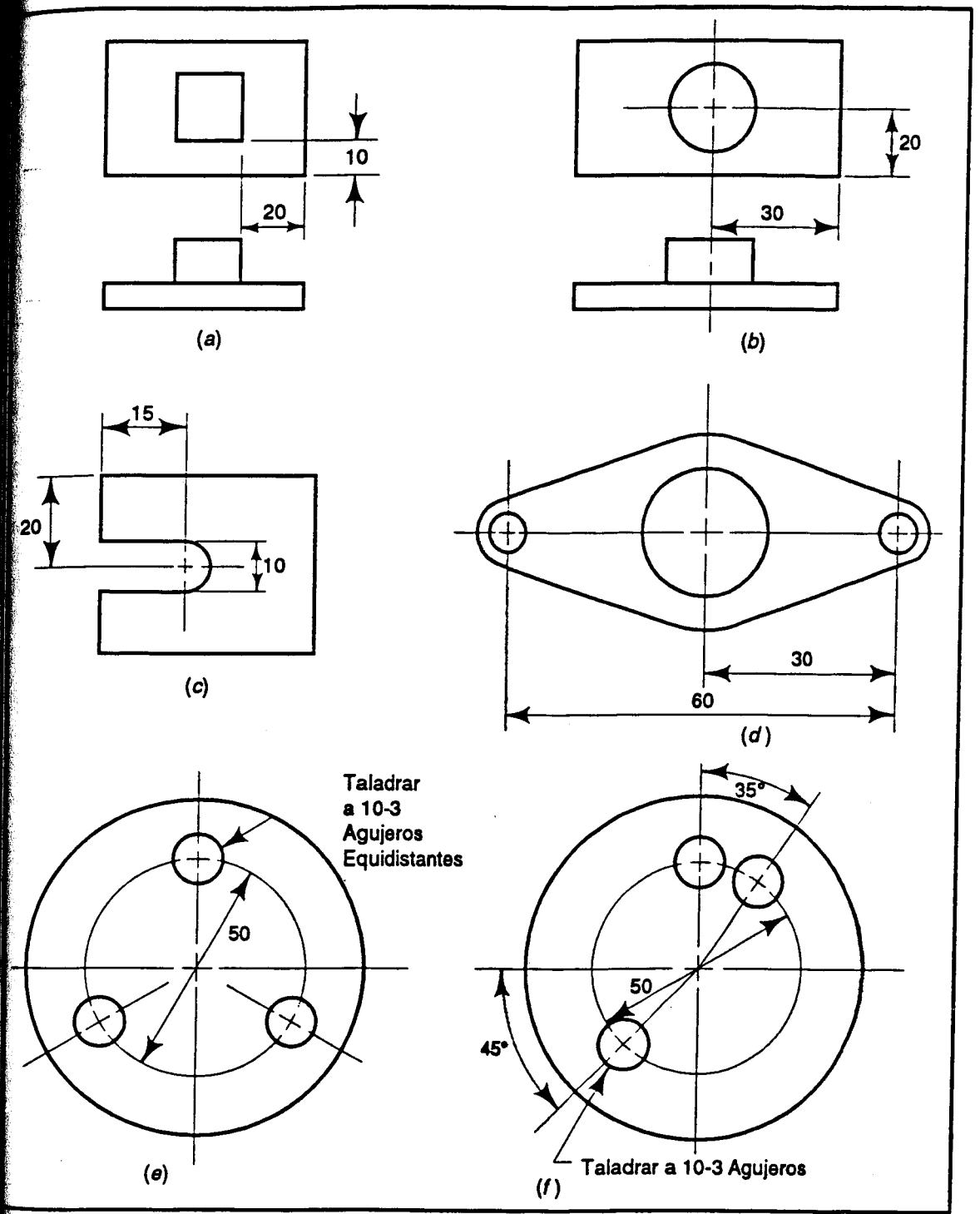


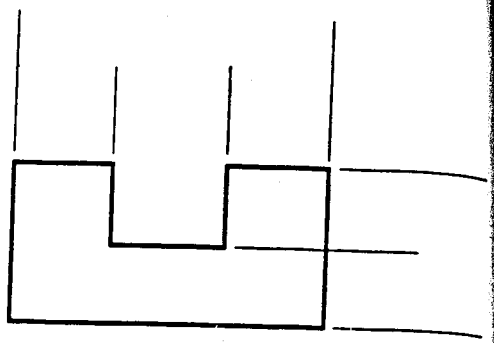
Figura 10.4. Aotación de diámetros



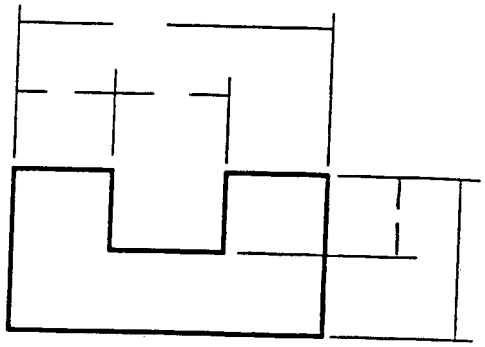
igura 10.5. Acotación de localizaciones

PASOS PARA ACOTAR

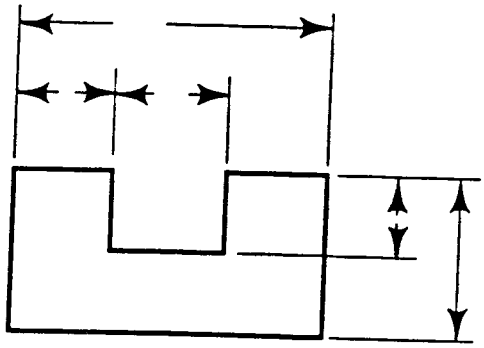
1. Trácense sobre la vista las líneas de extensión.



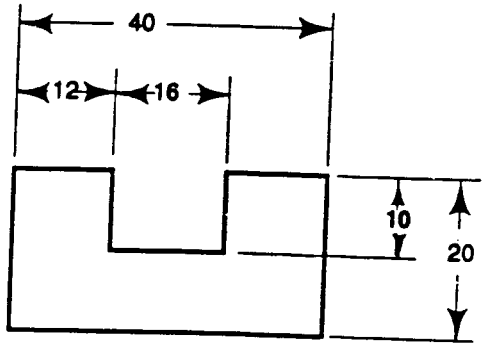
2. Agréguense las líneas de acotación debidamente espaciadas y dejando la separación para el número de la cota.



3. Colóquense las flechas, cuidando que lleguen hasta la línea de extensión.



4. Agréguense los números (cifras) de cada cota en forma vertical.



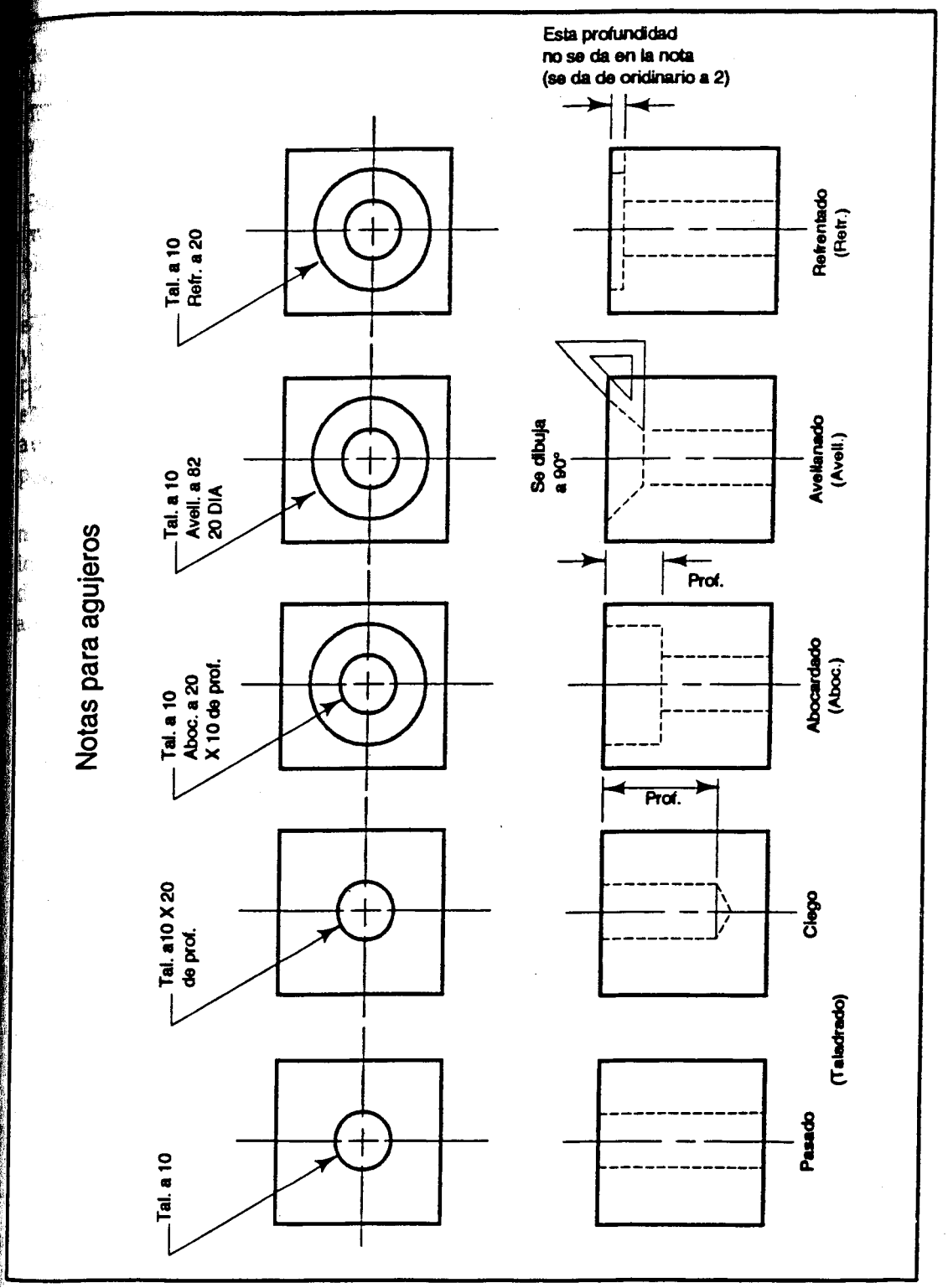


Figura 10.6. Tipos de agujeros y sus notas

Nombre de la pieza	*Dibujo núm.*	*Folio núm.*		
Nombre de la empresa				
Peso:	*Material:*	*Tolerancias generales:*	*Tratamiento térmico:*	*Cantidad:*
Símbolo:	*Acotado en:* *Escala:*	*Dibujo:*	*Aprobó:*	*Fecha:*

RECUADRO DE INFORMACIÓN GENERAL (arriba) (representación de datos generales)

Es sumamente importante conocer la utilidad del cuadro de referencia en un dibujo ya que éste indica requerimientos muy importantes de lo dibujado; no tanto de cuestiones internas de la pieza o piezas, sino cuestiones internas de la pieza o piezas, sino cuestiones internas de cada empresa, hombres responsables de lo ejecutado, así como también bajo qué normas y estándares se efectuó dicho dibujo.

DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS DATOS

Nombre de la pieza. Se utiliza para su control, especificación general en el montaje a identificación.

Dibujo núm. Es el número que se le da a la pieza para su identificación práctica en el montaje.

Folio núm. Se utiliza para llevar un control efectivo de archivo.

Nombre de la empresa. Se indica el nombre y emblema de la empresa para su identificación oficial.

Peso. Se debe indicar el peso unitario y el total de la pieza; es decir, el peso del material que se va a utilizar para maquinarse y el peso total de la pieza ya terminada.

Material. Se indica el nombre del material a utilizar, así como también las dimensiones exteriores de espesor, ancho y largo del mismo.

Tolerancias generales. Nos determinan la diferencia permisible en las dimensiones de la pieza.

Tratamiento térmico. Dependiendo del proceso de fabricación de la pieza y del trabajo que ésta vaya a desarrollar, se pueden escoger tratamientos térmicos como: templado; revenido; recocido; normalizado; cementado, etc.

ntidad. Hay que especificar el número piezas que se van a fabricar del tipo de ujo en cuestión, ya que, desde luego, se van a dibujar varios planos de una sma pieza.

cala. Cuando el objeto que se va a dibu- tiene un tamaño muy grande, imposi- e de representarse en una hoja pequeña regular, éste se tendrá que reducir uidistantemente en todas sus secciones lados para su mejor acoplamiento en el lano. De lo contrario, si la pieza y objeto demasiado pequeña, ésta tendrá que umentar equidistantemente también, ara que se aprecie mejor.

Ya sea que se reduzca o que se au- ente al doble o más, las dimensiones se ndicarán en su forma original, indicán- ose por separado el tipo de escala umentativa o reductiva empleada.

Acotado en. Hay que especificar qué sistema de medición se empleó para la realización del dibujo.

Dibujo. Se debe indicar el nombre del dibujante que realizó dicho dibujo, para saber a quién acudir en caso de problemas espontáneos.

Aprobó. Nombre de la persona responsable del proyecto. Persona que al igual que el dibujante, aunque con más responsabilidades, deberá afrontar problemas que se presenten del proyecto en cuestión.

Fecha. Fecha en la que se realizó el dibujo.

Símbolo. Para saber si un dibujo está hecho en sistema americano o europeo, en el recuadro se dibuja el símbolo ISO.

Capítulo 11

DIBUJO DE MONTAJES SIMPLES (DIBUJO DE CONJUNTOS)

El dibujo de un conjunto o montajes conlleva un doble objetivo que consiste en realizar primero todos los dibujos de detalle de cada pieza del conjunto y posteriormente el dibujo de todas las piezas unidas para mostrar el ensamble de las mismas.

En este capítulo se cubrirá el dibujo de montajes simples o sencillos. Existen muchas complejidades técnicas en el dibujo de montajes, ya que existen mecanismos muy sofisticados que para su representación; se necesita conocer mucho del dibujo de elementos de sujeción, ajustes, elementos de máquinas y vistas seccionales, temas que son de la segunda parte.

Los montajes simples o sencillos que se dibujarán como prácticas en este capítulo están diseñados para realizarse con lo contenido en el presente texto. El objetivo de este capítulo es el de redondear los conocimientos teoricoprácticos de los temas cubiertos en general.

PROCEDIMIENTOS EN EL DIBUJO DE MONTAJES

1. Inicialmente hay que analizar y separar cuáles piezas del conjunto requieren de fabricación en especial y cuáles son partes estándar.
2. Se realizan los dibujos en detalle de las piezas que se necesitan fabricar. Estos dibujos de cada pieza se pueden hacer por separado o todas en un plano grande. Cada pieza deberá ser identificada mediante un número y nombre; aparte, se especificará el tipo de material y el requerimiento (req.) o cantidad (cant.) de piezas similares que deban fabricarse.
3. Se seleccionan mediante tablas o manuales, los elementos estándar que se requieren. Estos, no se dibujan en detalle, pero si se dibujan en el montaje, por lo que sus dimensiones y formas se deben obtener.

Nº de pieza	Nombre de la pieza	Material	Cantidad
4			
3	Engrane	SAE 1112	2
2	Flecha	SAE 1112	1
1	Soporte	FOVO	2

4. Se realiza el dibujo de "montaje", dibujando todas las piezas ensambladas

Este dibujo se realiza en forma separada de los dibujos de detalle; es decir, en otra hoja o plano. Se requiere que las vistas del montaje representen la forma de unión o ensamble de las piezas y no los detalles completos de la misma, por lo que es permisible omitir partes de la forma que provocarían muchas líneas ocultas y dificultarían la comprensión de la unión. En los montajes no se indican acotaciones, sólo se identifica cada pieza con el número que se le asignó a cada una en los dibujos de detalle.

LISTADO DE ELEMENTOS

En virtud de que en el dibujo de montajes las piezas sólo se identifican con su número, es necesario agregar un recuadro complementario con los datos generales de cada elemento que componen el montaje.

Los datos que se especifican son: número de pieza, nombre de la pieza (y su descripción si es elemento estándar), material, cantidad.

Este recuadro complentario, se va detallando de abajo hacia arriba, como se muestra en la figura de arriba.

REPRESENTACIÓN DE ROSCAS

Ya se mencionó anteriormente que el tema de elementos de sujeción, que abarca todo lo referente al dibujo de roscas se abarcará en la continuación de este texto (dibujo técnico dos.) Sin embargo, para efectuar el dibujo de montajes sencillos, necesitamos conocer los conceptos fundamentales del dibujo de roscas. En esta parte nos avocaremos únicamente al dibujo de roscas métricas, aunque se mostrarán los diversos tipos de roscas que hay.

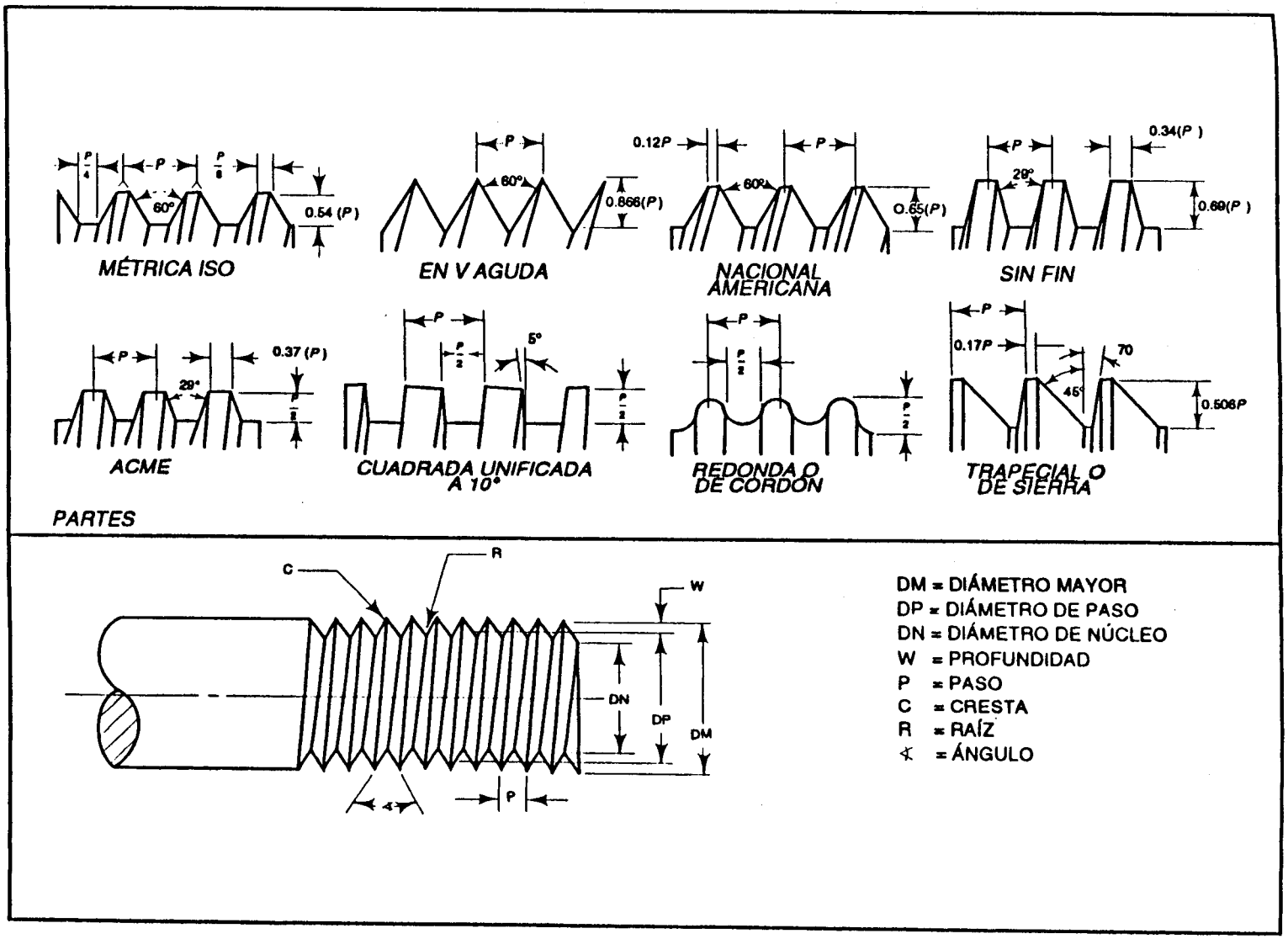


Figura 11.1. Nomenclatura y tipos de roscas

El dibujo que indica las partes de una rosca en la figura 11.1 es una forma de representación "detallada" de este tipo de dibujo. Para los ejercicios de este capítulo, en lo que a roscas se refiere, se utilizarán las formas "esquemática" y "simplificada" de dibujo.

Las siglas de la rosca métrica ISO, se deben al comité organizado en 1940, para establecer un solo sistema internacional para filetes de rosca (*International Standarization Organization*, Organización Internacional para la Estandarización - ISO).

La designación de la rosca métrica ISO se específica mediante la letra M seguida del tamaño nominal (diámetro mayor en milímetros) y del "paso" en milímetros (véase en las tablas al final del texto), el tamaño nominal y el paso van separados por el signo X. Ejemplo, M8 *x* 1, M20 *x* 1.5.

DIBUJO SIMPLIFICADO DE ROSCAS

Esta forma de representación se basa en indicar con líneas ocultas la profundidad en los filetes de la rosca. Dicha profundidad se puede dibujar en forma exacta, calculándose con la fórmula: 0.866 *x* paso. Sin embargo, es permisible dibujarla sin calcular, entre 1 y 3 milímetros, según el tamaño del dibujo. (Ver figura 11.2).

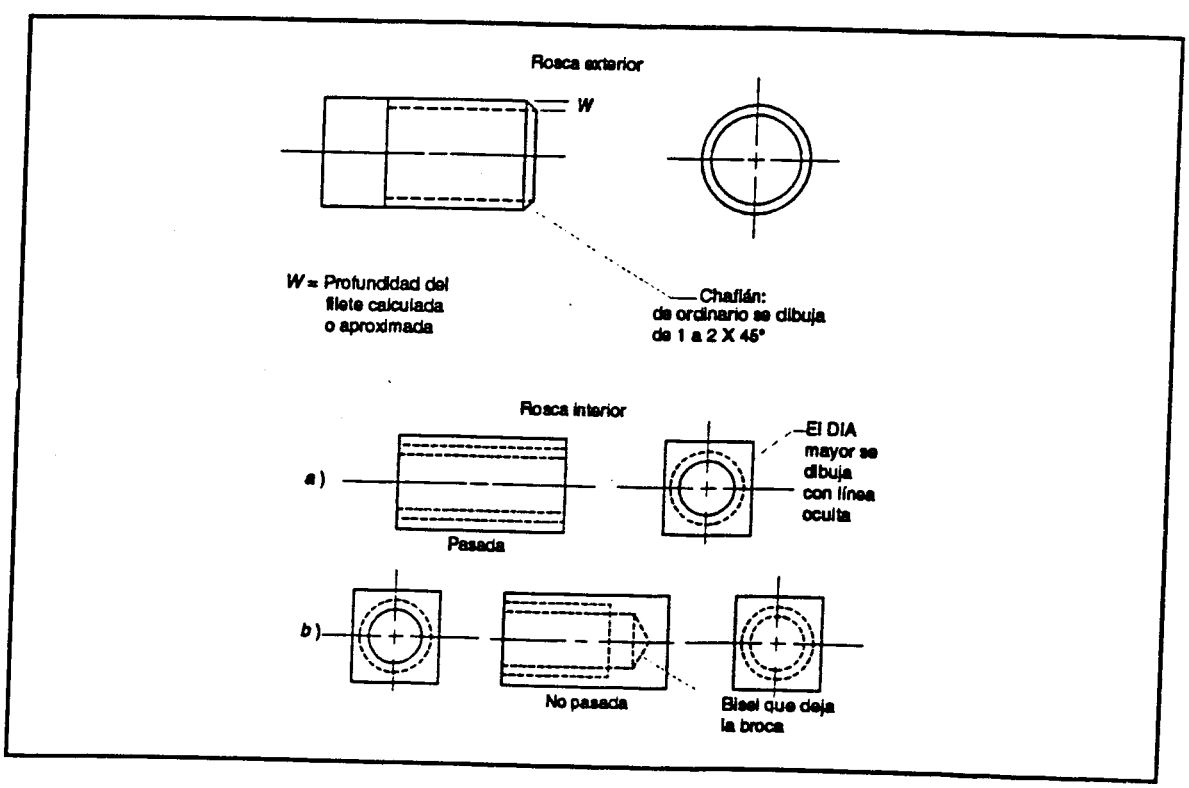


Figura 11.2. Dibujo simplificado de roscas

DIBUJO DE MONTAJES SIMPLES

Esta forma de representación se basa en el trazo de líneas perpendiculares al eje, usando líneas que abarquen el diámetro mayor de la rosca que representen la cresta, y líneas que abarquen el diámetro menor para representar la raíz.

Las distancias de paso (P) y profundidad (W), se pueden trazar en forma exacta o aproximar de 1 a 3 milímetros, según el tamaño del dibujo. (Ver las siguientes figuras).

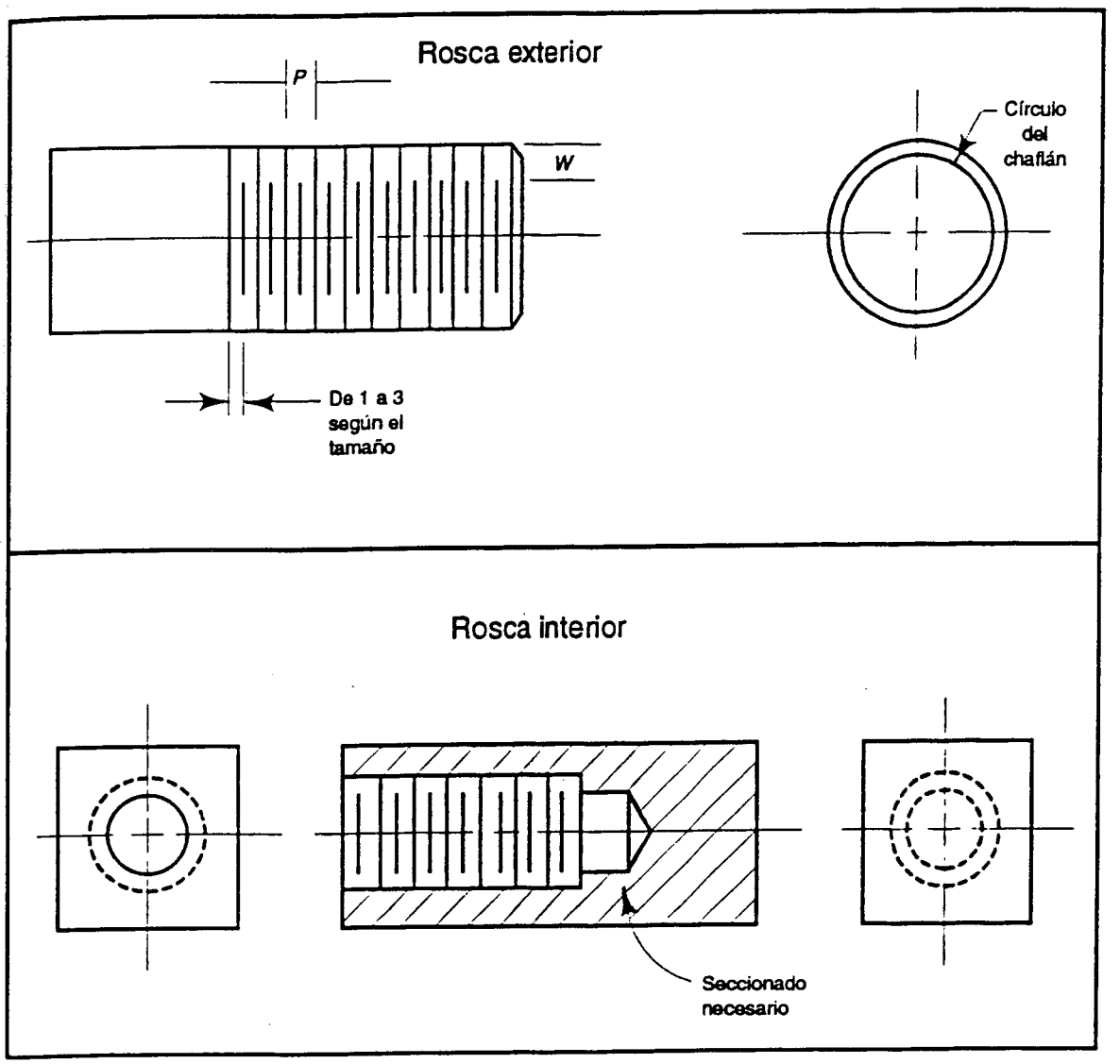


Figura 11.3. Dibujo esquemático de roscas

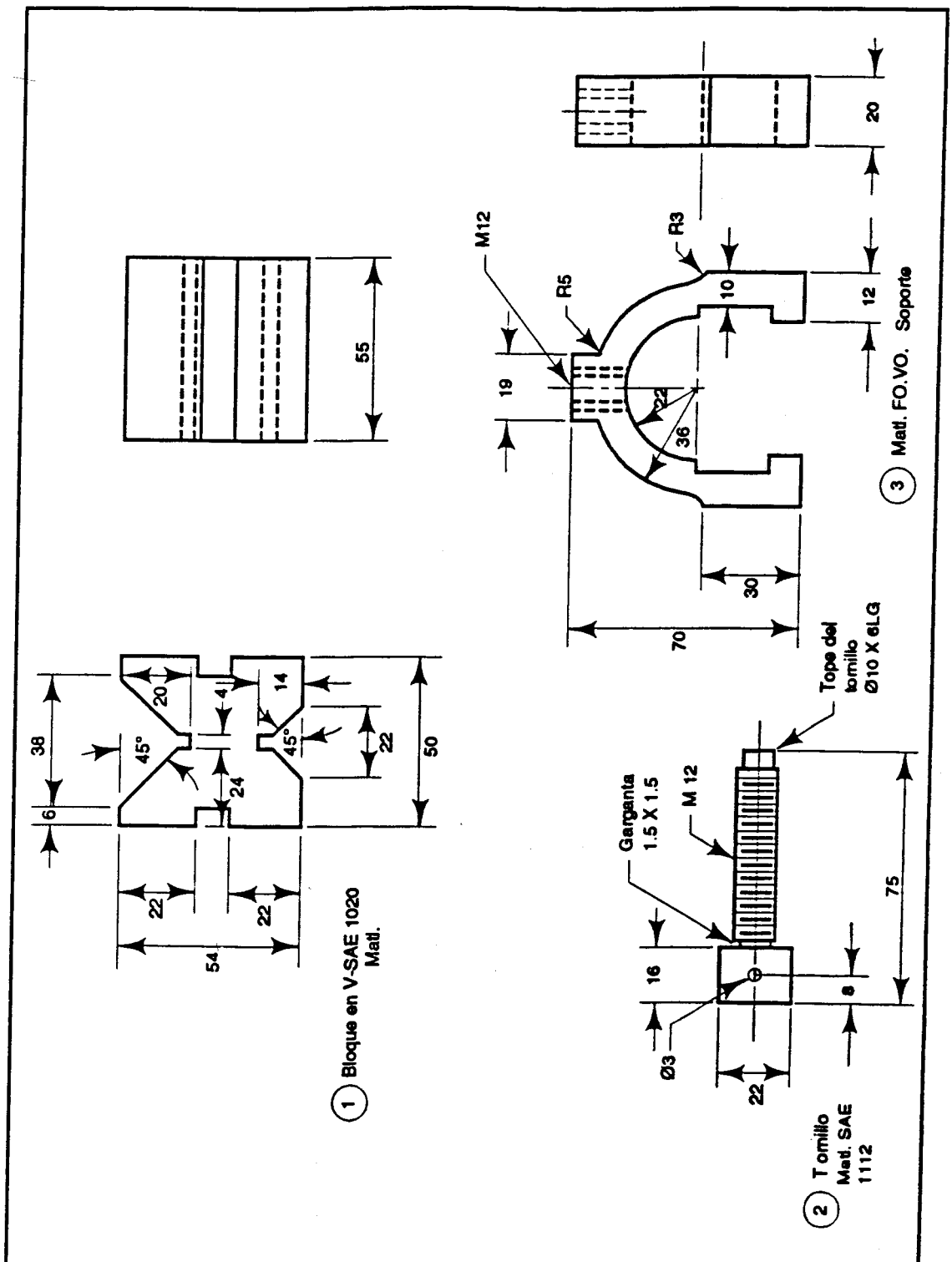
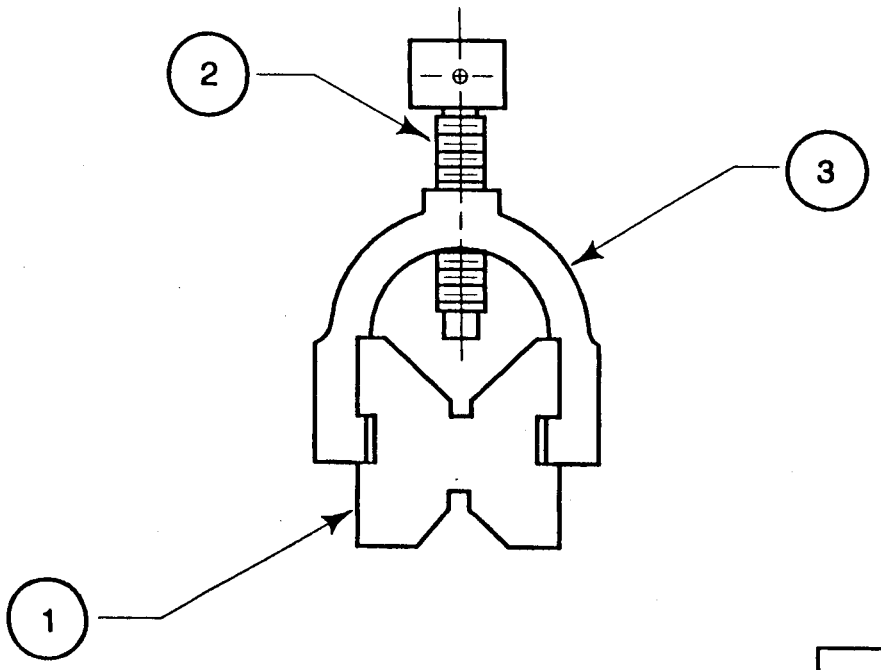


Figura 11.4. Ejemplo de dibujos de detalle de montaje sencillo

DIBUJO ESQUEMÁTICO DE ROSCAS



(Vista lateral
no necesaria)

Núm. Pza.	Nombre	Matl.	Can.
3	Soporte	FOVO	1
2	Tornillo	SAE 1112	1
1	Bloque en V	SAE 1020	1

Recuadro de información general

Figura 11.5. Ejemplo de dibujo de montaje

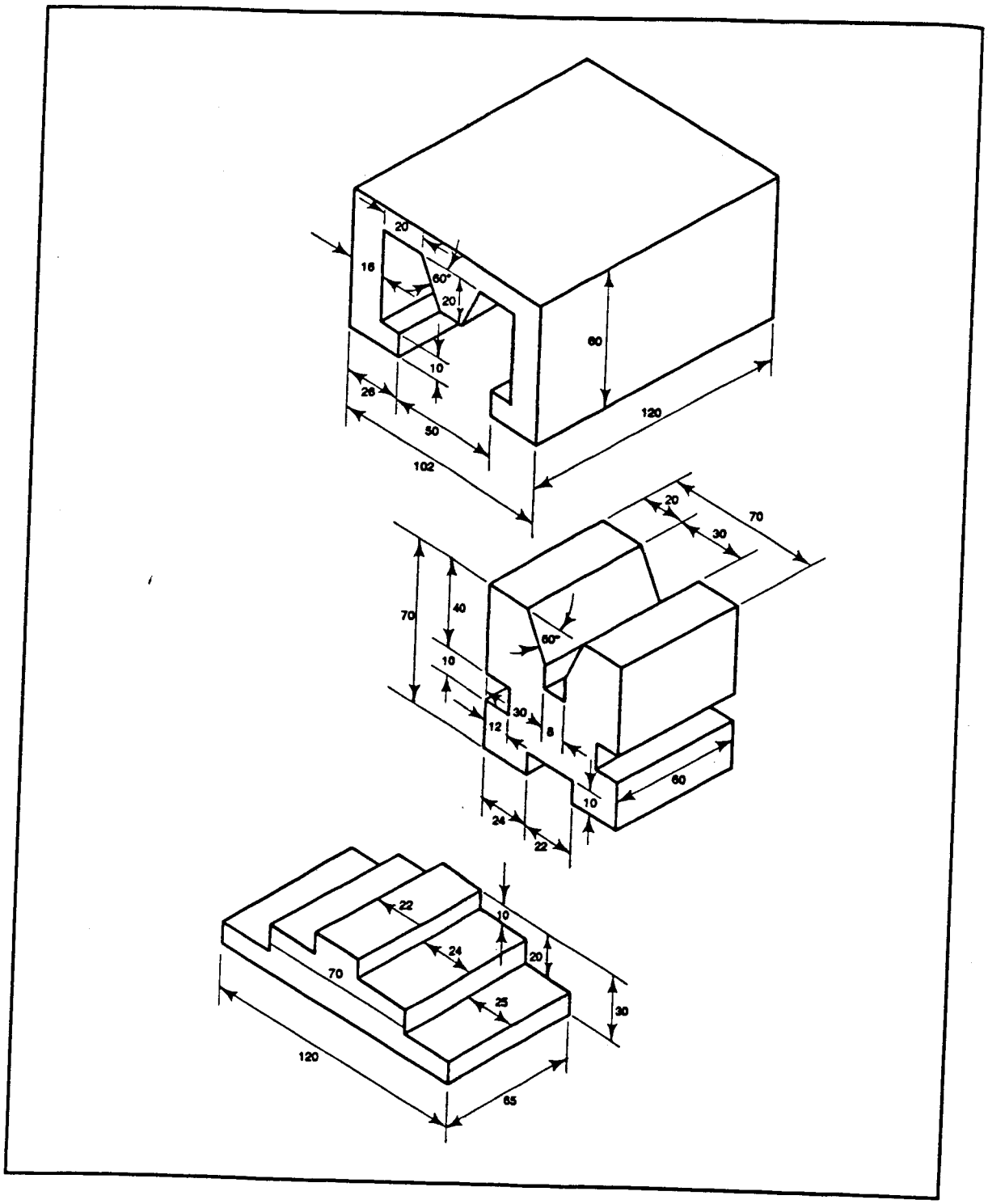


Figura 11.6. Guía de bancada

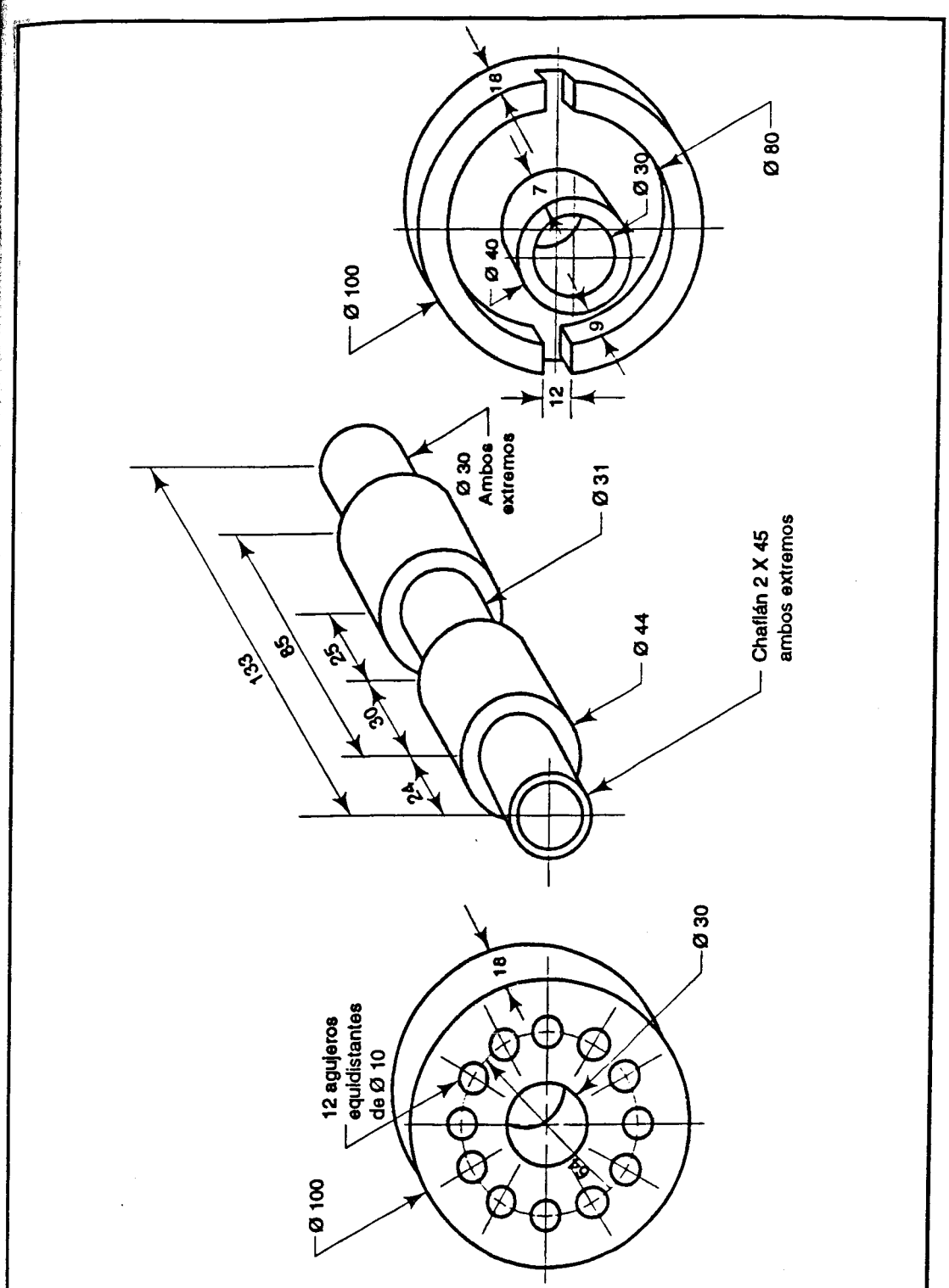


Figura 11.7. Rodillo de ajuste

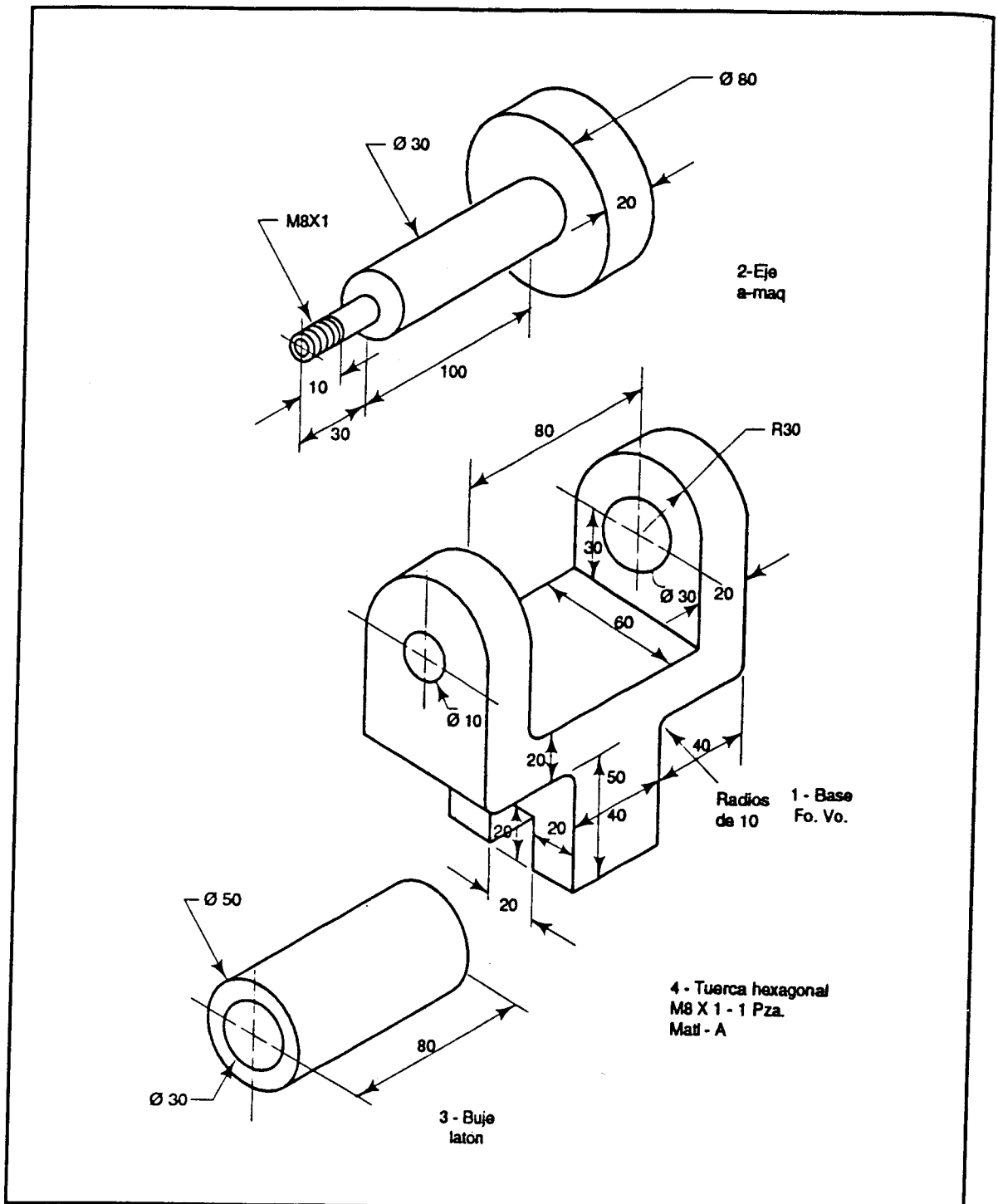
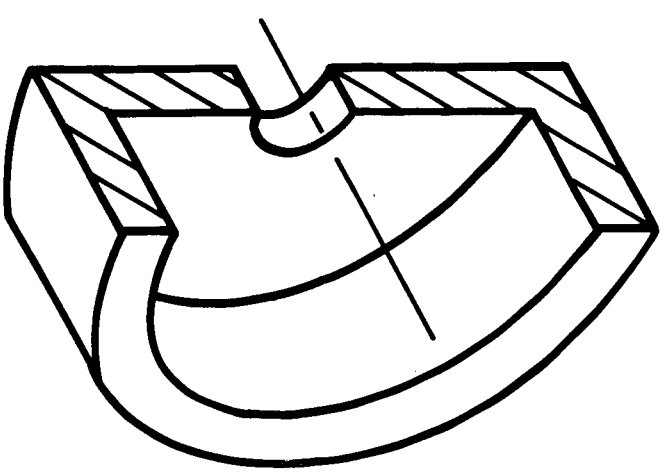


Figura 11.8. Soporte fijo

SEGUNDA PARTE



Capítulo 12

VISTAS AUXILIARES

A cualquier tipo de pieza u objeto se le puede aplicar la teoría de descripción de la forma, basada en la proyección ortogonal; sin embargo, existen piezas mecánicas que al momento de ser descritas ortogonalmente, sus vistas se complican más de lo que realmente compone su forma. Esto sucede debido a que cuando se están obteniendo las vistas, es muy fácil vaciar líneas y más líneas unas encima de otras, visibles, ocultas, de centros, etc. y en ocasiones, al terminar el dibujo, ni siquiera el que lo realizó es capaz de interpretarlo o cuando menos de localizar cuál línea trazó primero. Para evitar este tipo de problemas, antes de proyectar un dibujo siempre se debe tener en mente, que su interpretación se vaya a manejar con facilidad y entendimiento.

Las vistas auxiliares que se cubrirán en este capítulo nos "auxiliarán" para simplificar una proyección ortogonal complicada en una vista directa y más entendible.

TEORÍA DE LAS VISTAS AUXILIARES

Las vistas auxiliares se aplican en superficies inclinadas que al ser proyectadas ortogonalmente complican su interpretación. Con el fin de evitar dicha dificultad, el sistema auxiliar de proyección aplica una vista directa, perpendicular y paralela a la inclinación.

La figura 12.1 describe cómo una superficie inclinada se modifica al ser proyectada normalmente. Esto se muestra en el ejemplo A, donde la longitud de la superficie inclinada (vista lateral derecha), se modifica en la altura de la vista frontal y en la profundidad de la vista superior.

El agujero modifica del mismo modo sus dimensiones mostrándolo elíptico y en doble proyección, esto debido a la necesidad de proyectarlo desde donde inicia (línea de contorno visible) hasta donde termina dicho agujero en la parte de abajo de la superficie inclinada (línea oculta parcial).

La isometría de esta pieza es muy sencilla comparada con lo complicado del ejemplo A; por el contrario, el ejemplo B es mucho más entendible y se asemeja más a la sencillez de la misma isometría.

Interpretar el ejemplo B resulta muy fácil, así como el dibujo de dicho esquema; sin embargo, el tener una adecuada

visualización geométrica para planear dicha distribución, requiere de un conocimiento amplio de esta técnica que depende de la *perpendicularidad y el paralelismo.*

OBTENCIÓN DE UNA VISTA AUXILIAR

Realizar el trazado geométrico necesari
en la obtención de una vista auxilia

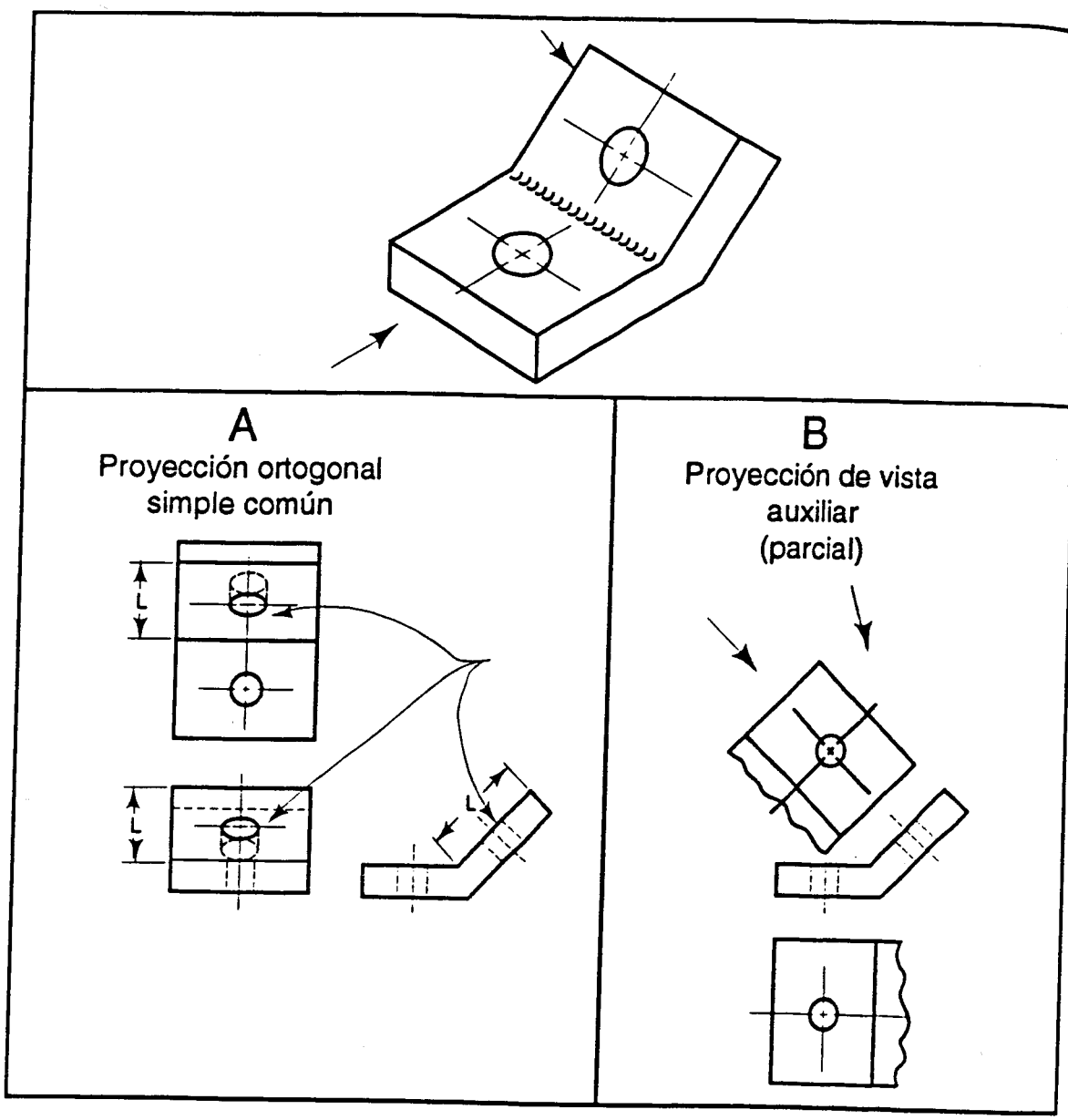


Figura 12.1. Justificaciòn del uso de las vistas auxiliares

quiere recordar la teoría de perpen-
icularidades en ángulos vista en el
apítulo cinco de este texto. En dicho
apítulo se menciona el teorema ma-
mático que afirma que cuando dos
ngulos se cruzan, el ángulo alterno
esultante es igual a la suma de los
ngulos cruzados.

En el caso de una vista auxiliar, se
retende proyectar el esquema en un espacio que esté perpendicular a la inclinación; por lo tanto, el teorema matemático mencionado anteriormente, nos obliga a que el cruce geométrico de ángulos siempre sume 90°, esto sería entre el ángulo de la superficie inclinada y el ángulo de la proyección. Aparte de la obtención del espacio perpendicular, la vista auxiliar se debe ubicar en forma paralela a la superficie inclinada (figura 12.2).

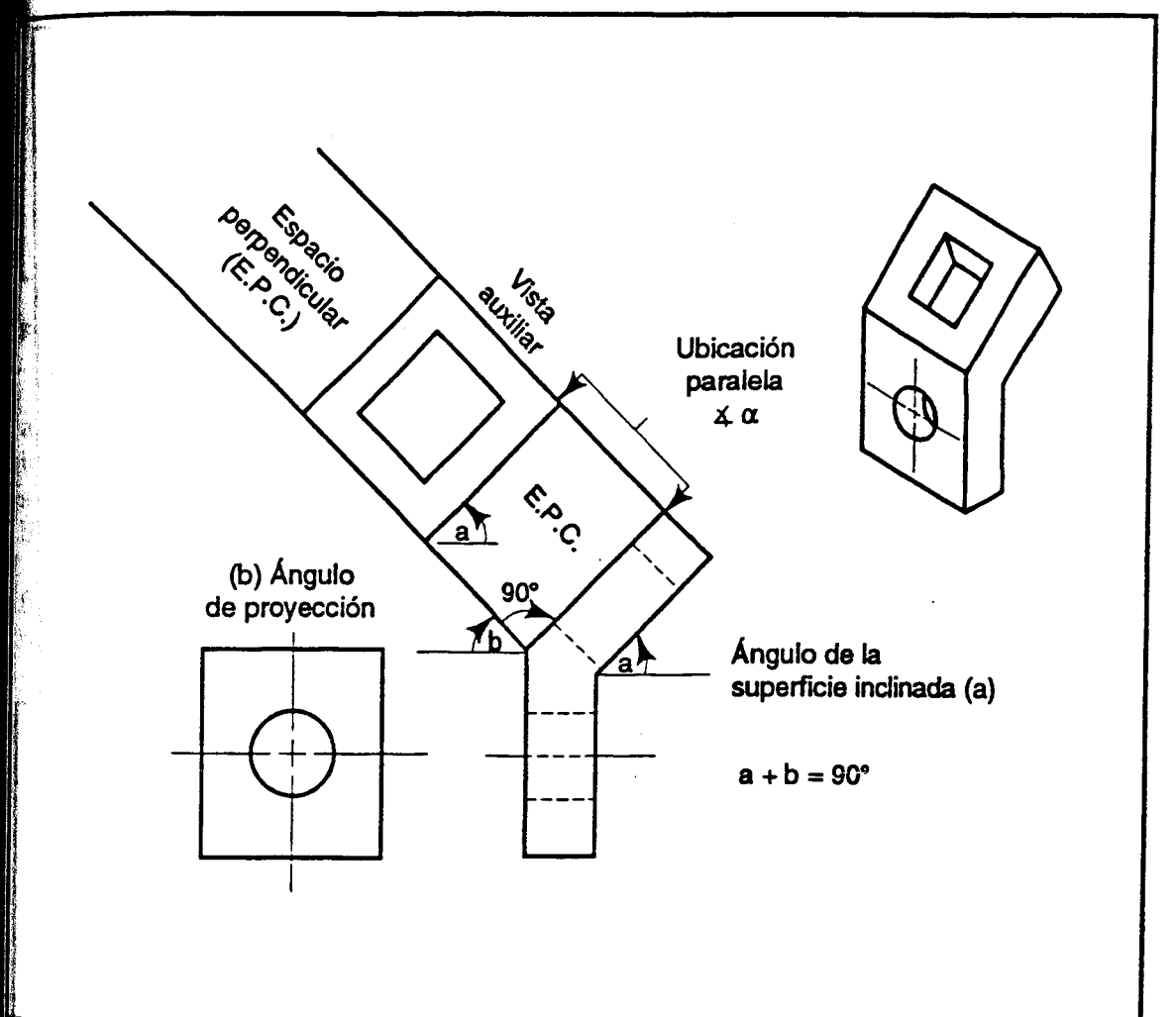


Figura 12.2. Obtención de una vista auxiliar

EJEMPLOS BÁSICOS DE PERPENDICULARIDADES EN VISTAS AUXILIARES

Los ángulos estándar más comunes que se usan en superficies inclinadas a las cuales se requiere aplicar una vista auxiliar son: 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. La figura, 12.3, basada en la misma pieza que la figura 12.2, muestra estos ejemplos.

LA VISTA CENTRAL Y EL INGLETE

En el tipo de proyección y distribució que se emplea en las vistas auxiliares é difícil ubicar los ejes *X* y *Y* que se utiliza en la telaraña ortogonal normal, es po esto que a la vista que normalmente s conoce como frontal en este sistema se le llama "vista central". Del mismo modo

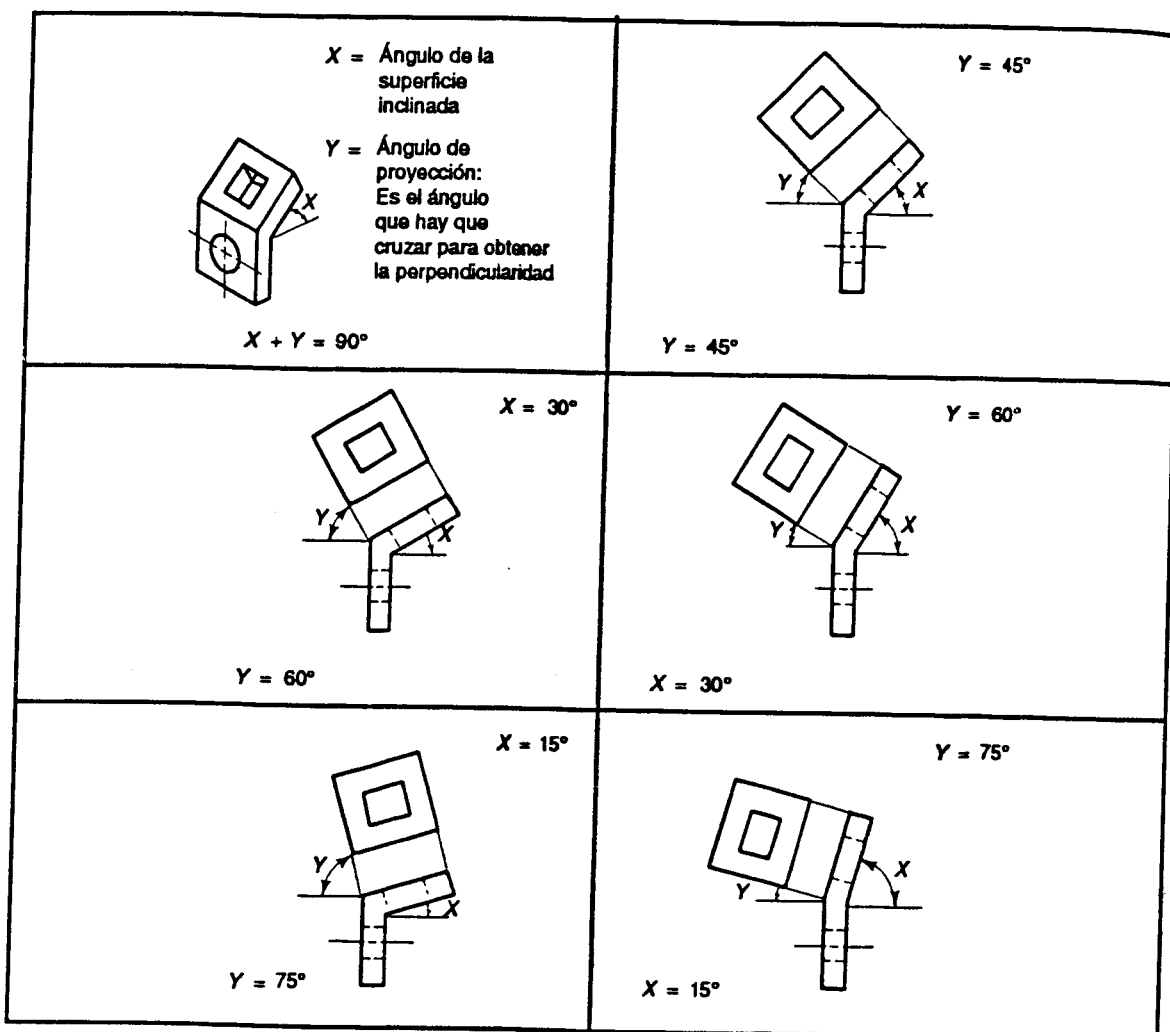


Figura 12.3. Perpendicularidades comunes

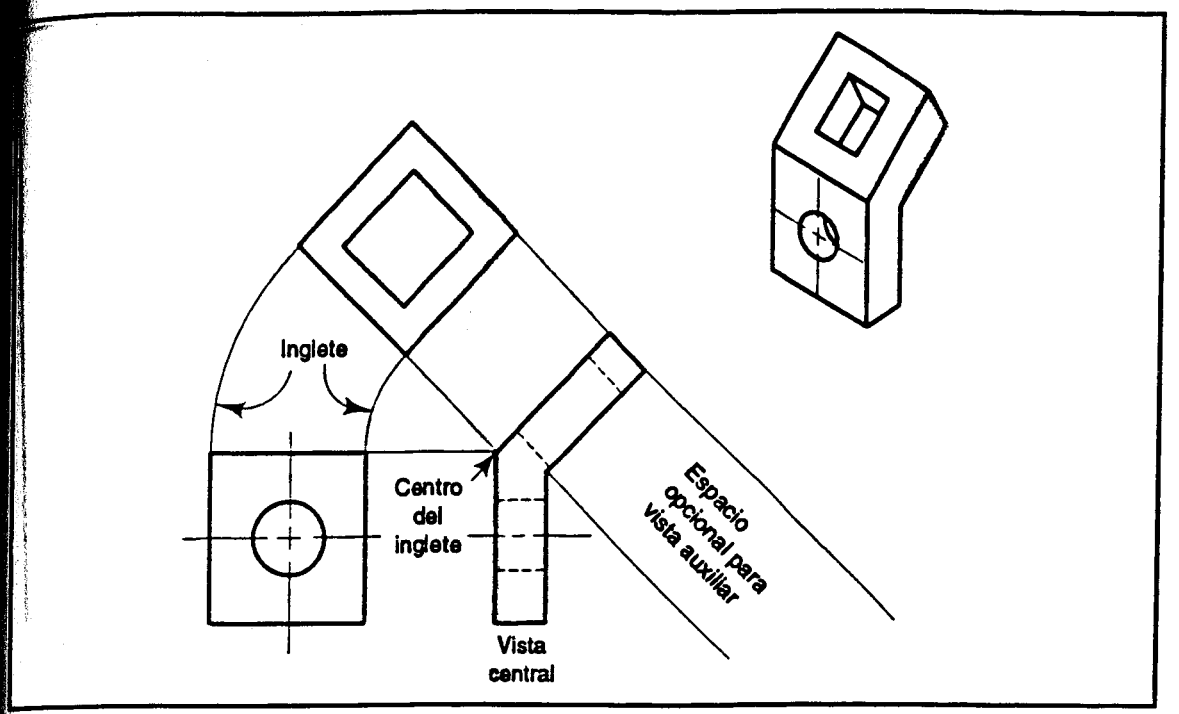


Figura 12.4. El inglete y la vista auxiliar

al carecer de los ejes *X* y *Y*, la línea de inglete que proyecta separación y dimensión, deja de ser a 45° y se convierte en línea semicircular trazada con compás.

Utilizando el mismo ejemplo de las figuras 12.2 y 122.3, arriba se muestra lo mencionado en este punto.

TRAZADO CORRECTO DE UNA VISTA CENTRAL

En muchos casos (no en todos), el perfil de la vista central es de dimensión angosta (delgada), provocando este detalle que su conformación geométrica dependa de

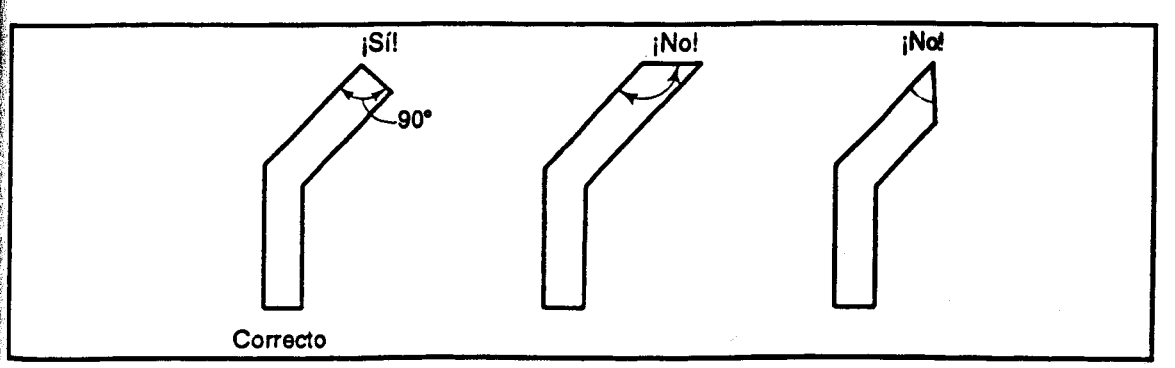


Figura 12.5. Goemetría de la vista ccentral

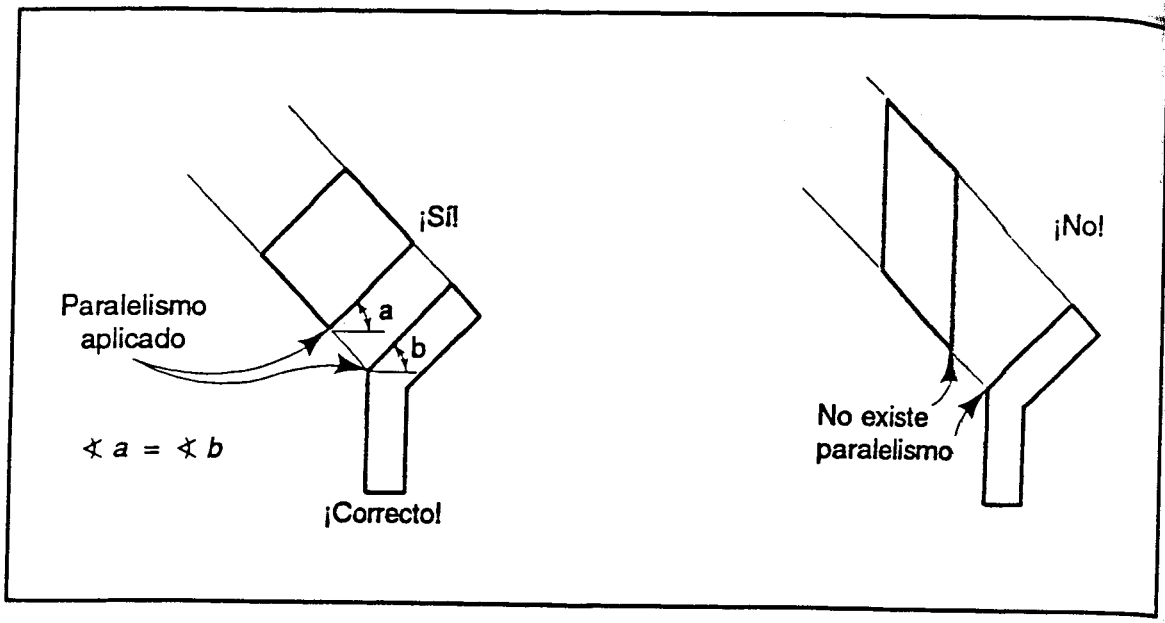


Figura 12.6. Geometría del paralelismo

que el tope de la superficie inclinada de esta vista termine en forma perpendicular. La figura 12.5 muestra el trazado correcto de una vista central.

TRAZADO CORRECTO DEL PARALELISMO

Al proyectar el espacio perpendicular a una superficie inclinada, se corre el riesgo de que la vista auxiliar no se ubique en forma paralela, al pretender equivocadamente dibujarla en posición vertical. (Ver figura 12.6.)

LA VISTA AUXILIAR COMPLETA

La figura 12.7 muestra una vista auxiliar "completa". Esta vista se obtiene con base en el "ángulo de proyección" perpendicular a la superficie inclinada proyectando a su vez, con ese mismo ángulo, la vista de la superficie completa del objeto; es decir, lo no inclinado.

Lo anterior provoca que la superficie no inclinada del objeto se vea modificada en su forma y tamaño en la vista auxiliar completa.

LA VISTA AUXILIAR PARCIAL

Esta es la forma más simple y entendible de dibujar e interpretar una vista auxiliar. Los ejemplos mostrados en las figuras 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4 están realizados en vista auxiliar parcial.

La vista auxiliar parcial se limita a una proyección exclusiva de la superficie

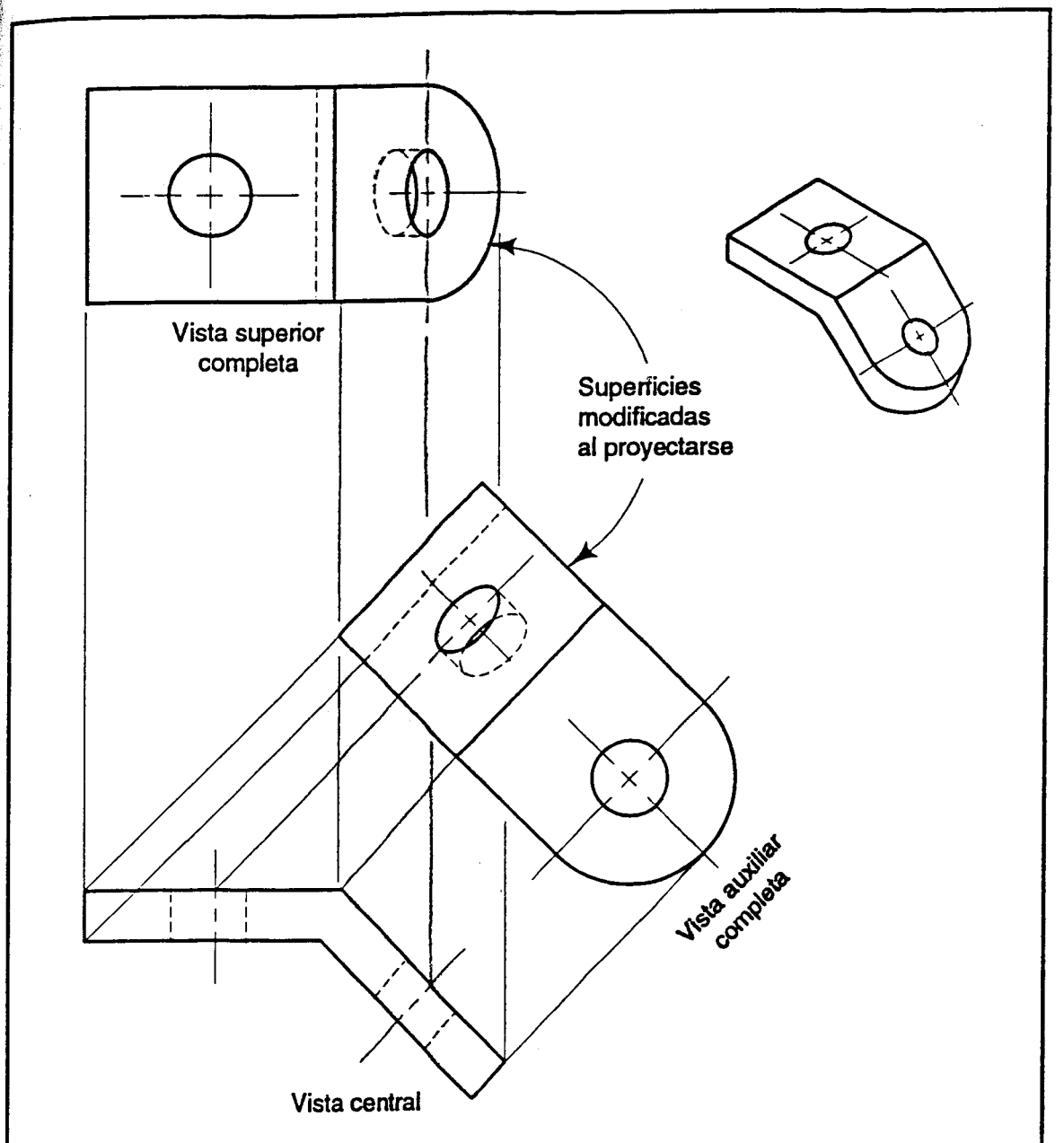


Figura 12.7. Vista auxiliar completa

inclinada, esta limitación se puede marcar mediante una línea de rotura. Cuando se aplica este sistema, el resto de las vistas (superior, lateral, etc.) también se pueden manejar en forma parcial. (Ver figura 12.8).

EJERCICIOS

Las piezas que a continuación se detallan están diseñadas para practicar lo que se estudio en este capítulo de vistas auxiliares.

En cada pieza representada isométricamente se ésta agregando un "esquema tipo", con el objeto de proporcionar una sugerencia para la realización de las vistas auxiliares y normales de la pieza. Dicho esquema no contiene detalles de la vista, sólo proporciona parcialmente la forma y el trazado geométrico de la distribución de las vistas parciales y completas de cada pieza.

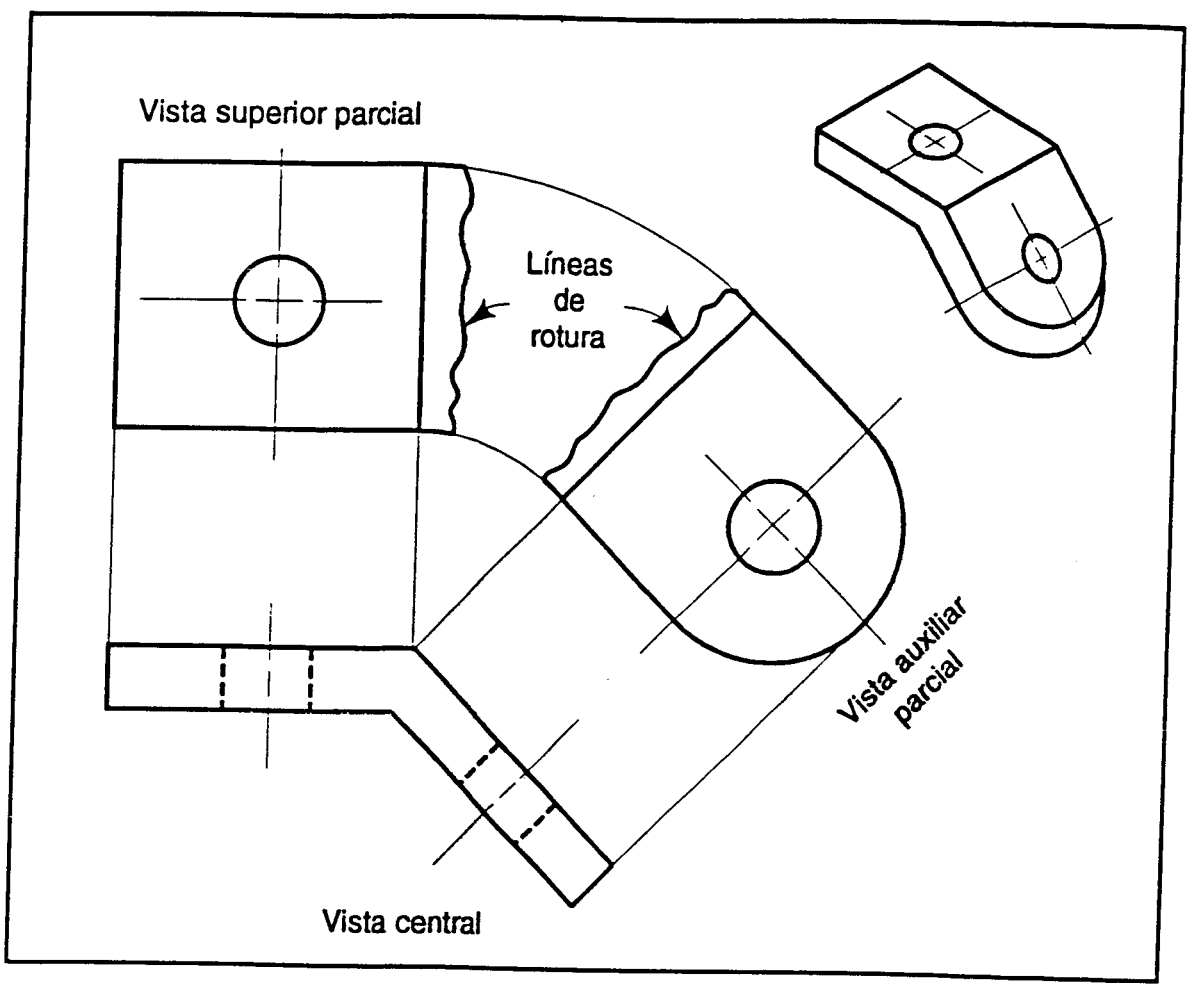


Figura 12.8. Vista auxiliar parcial

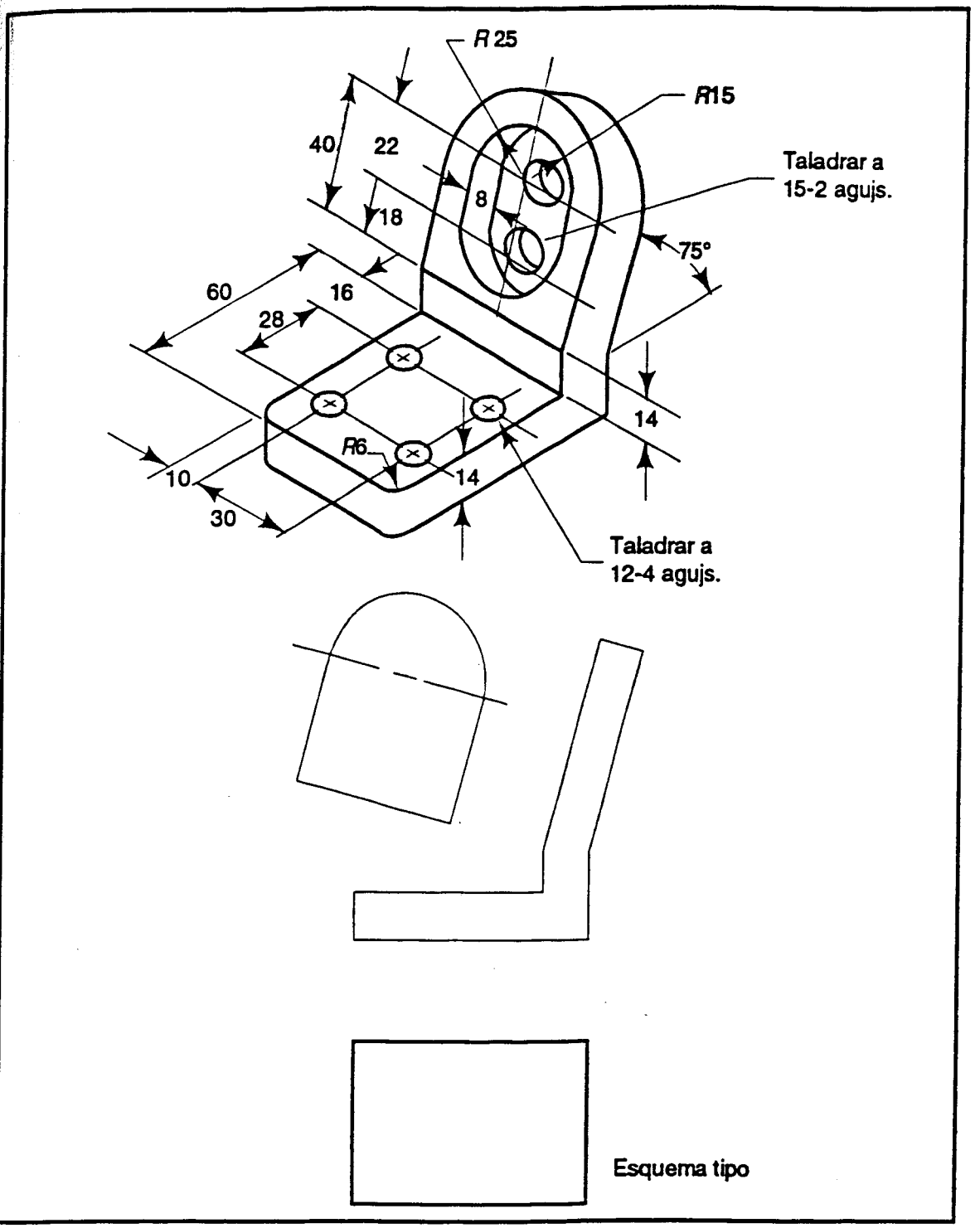


Figura 12.9. Bloque angular

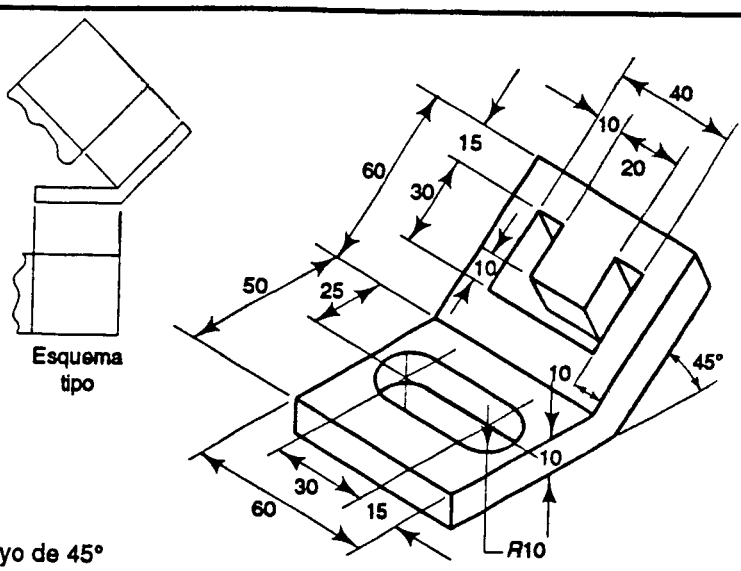


Figura 12.10. Apoyo de 45°

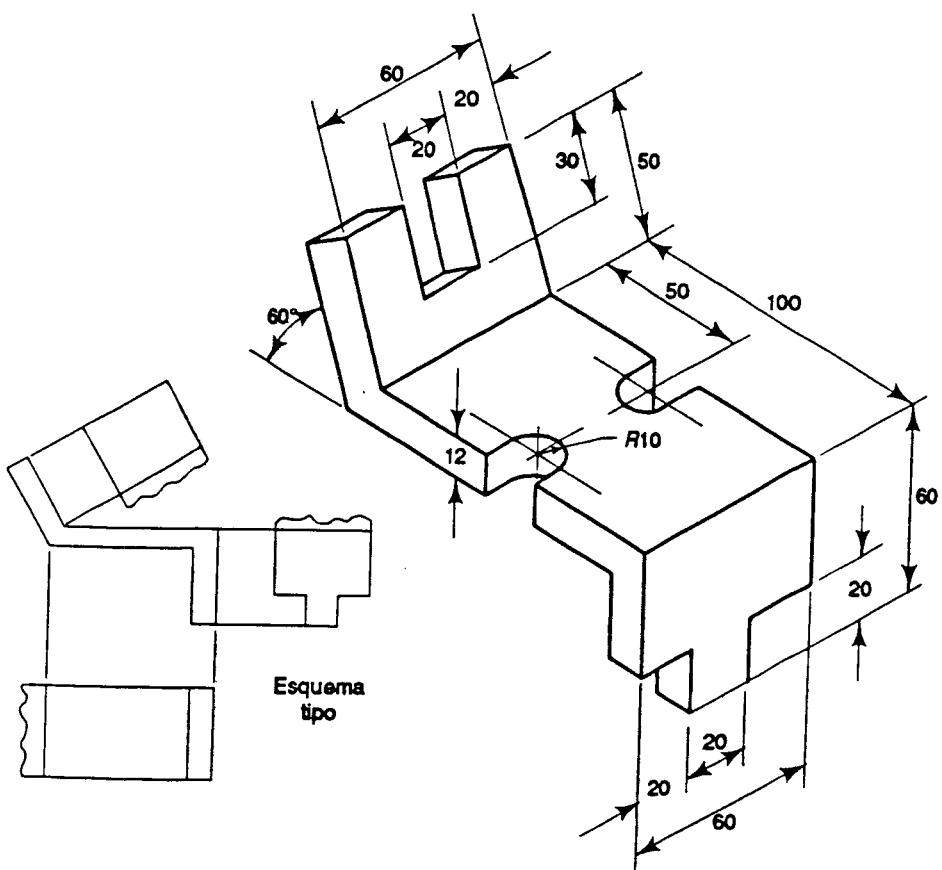


Figura 12.11. Tope angular

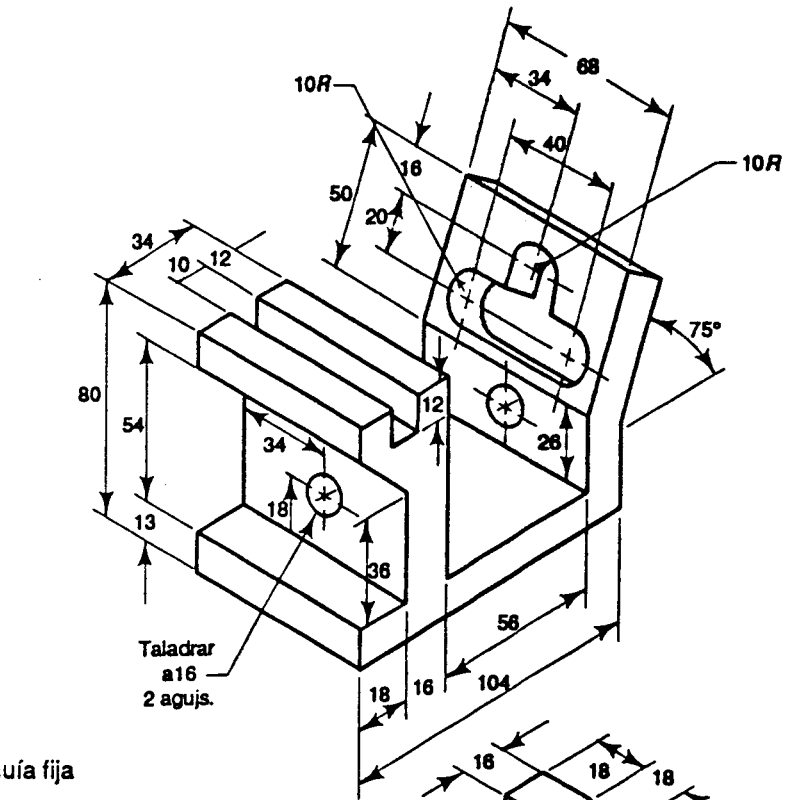


Figura 12.12. Guía fija

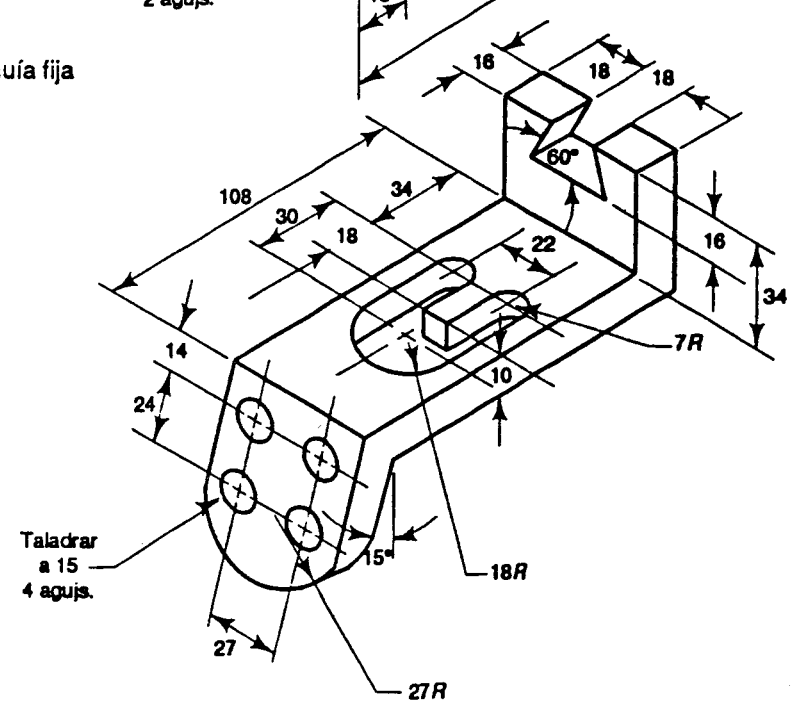
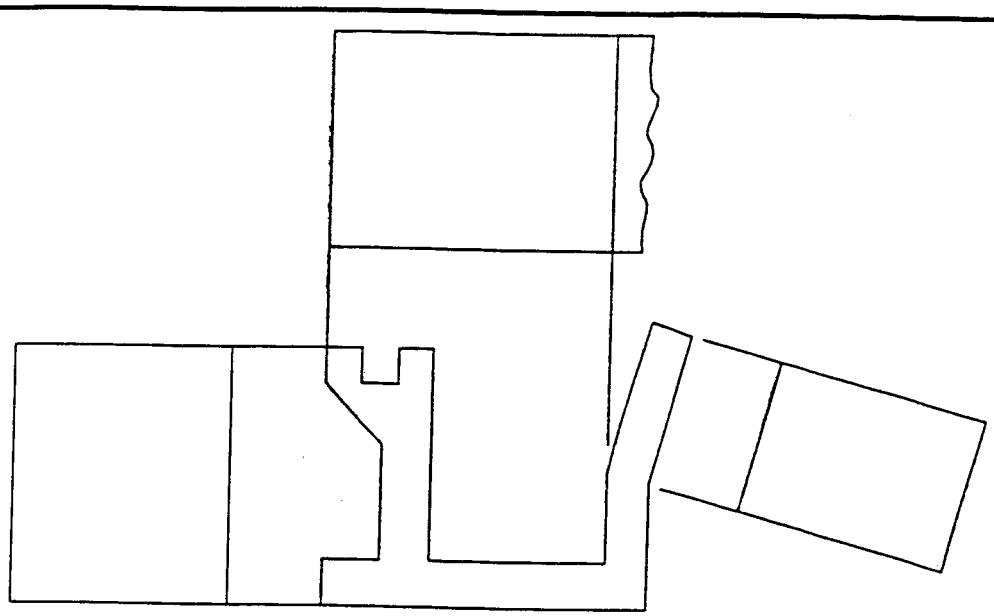
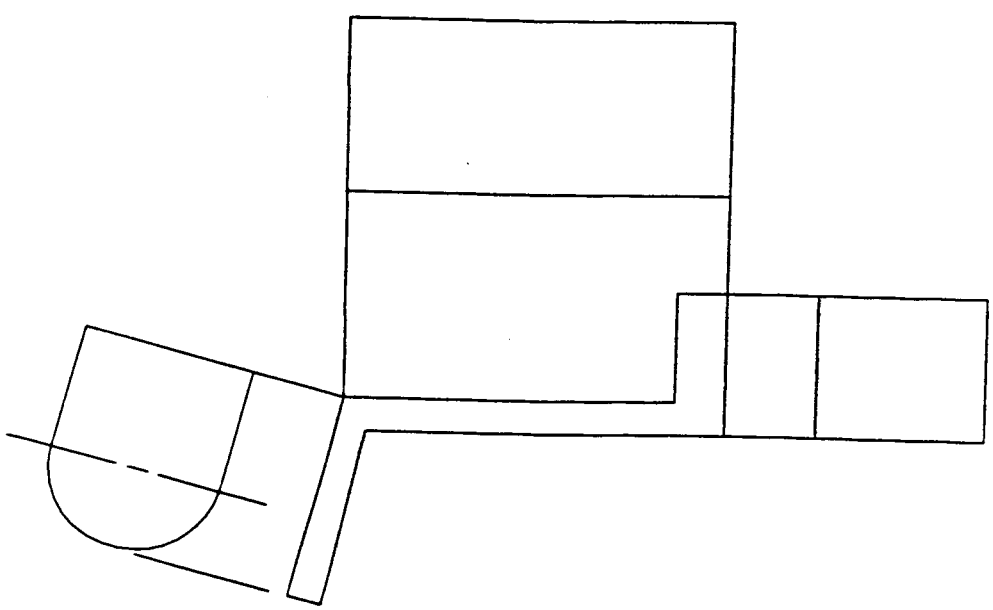


Figura 12.13. Base guía



Esquema de distribución para la figura 12.12



Esquema de distribución para la figura 12.13

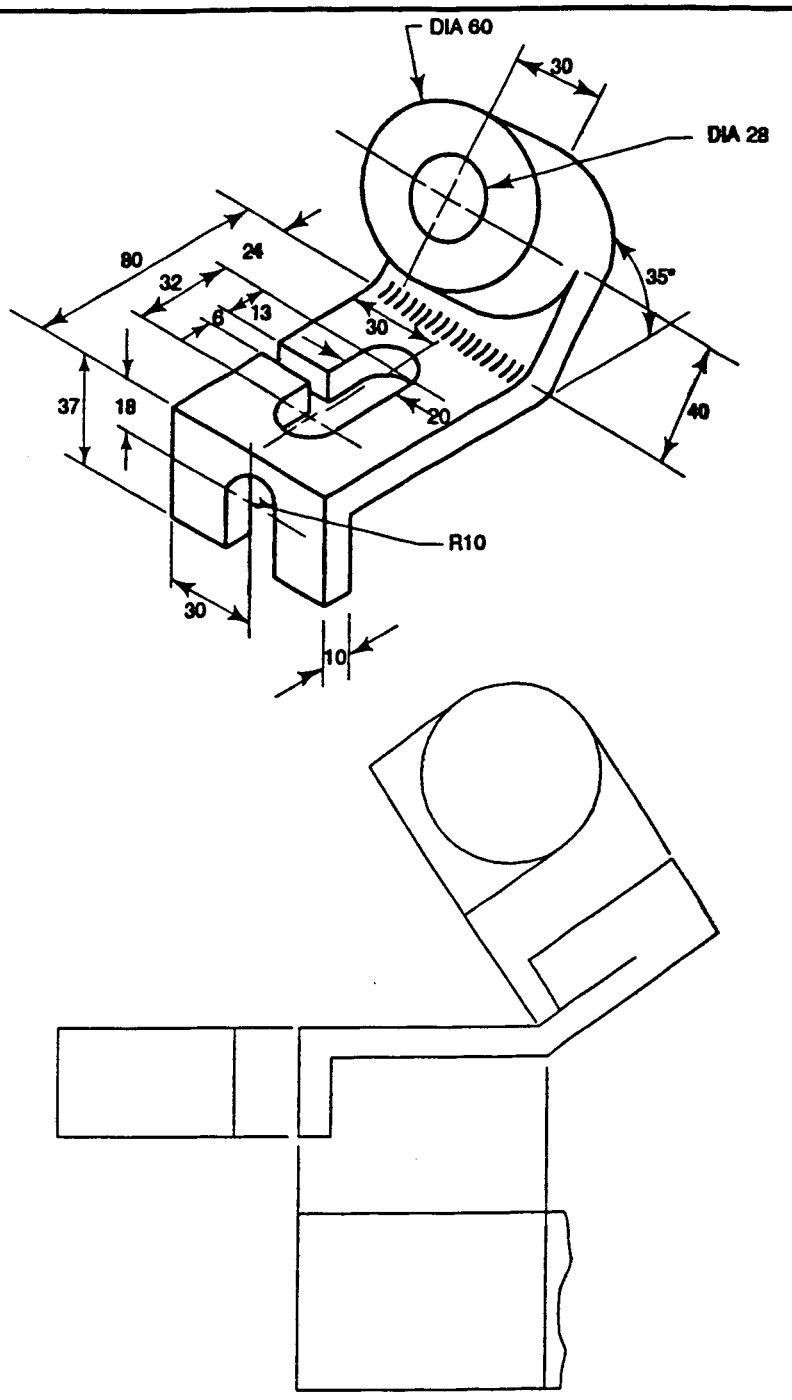
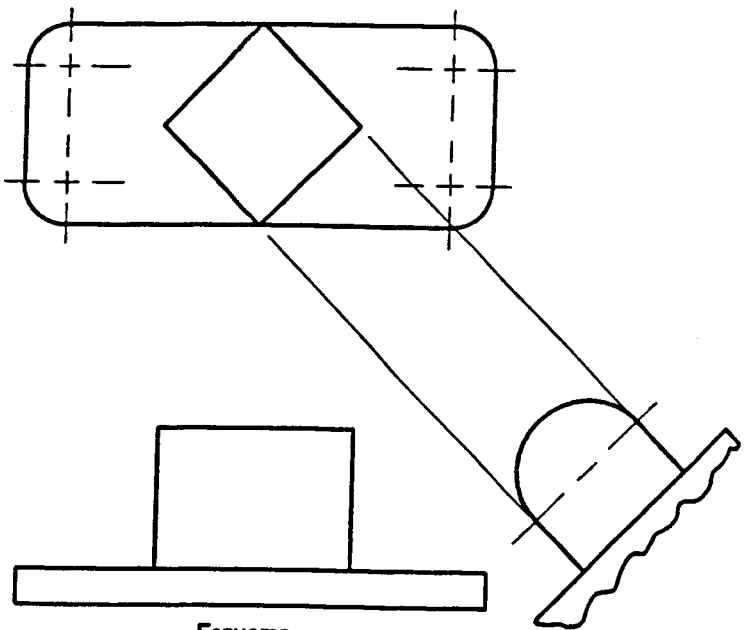


Figura 12.14. Eje angular



Esquema
tipo

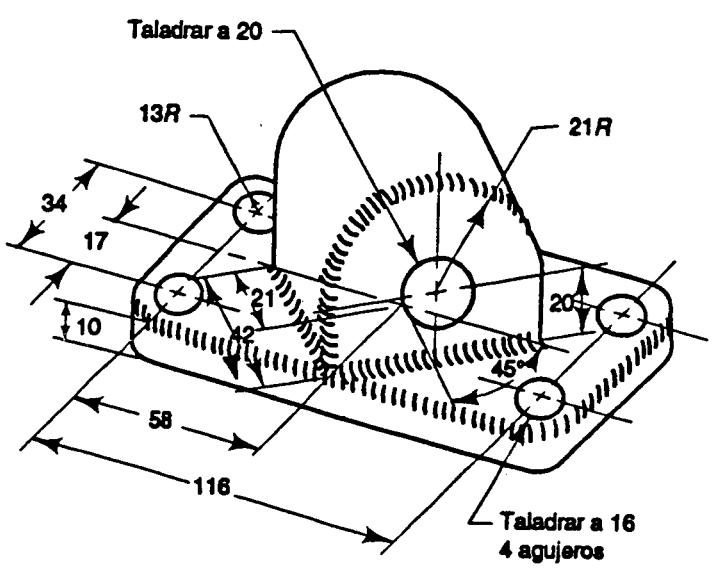


Figura 12.15. Base de apoyo

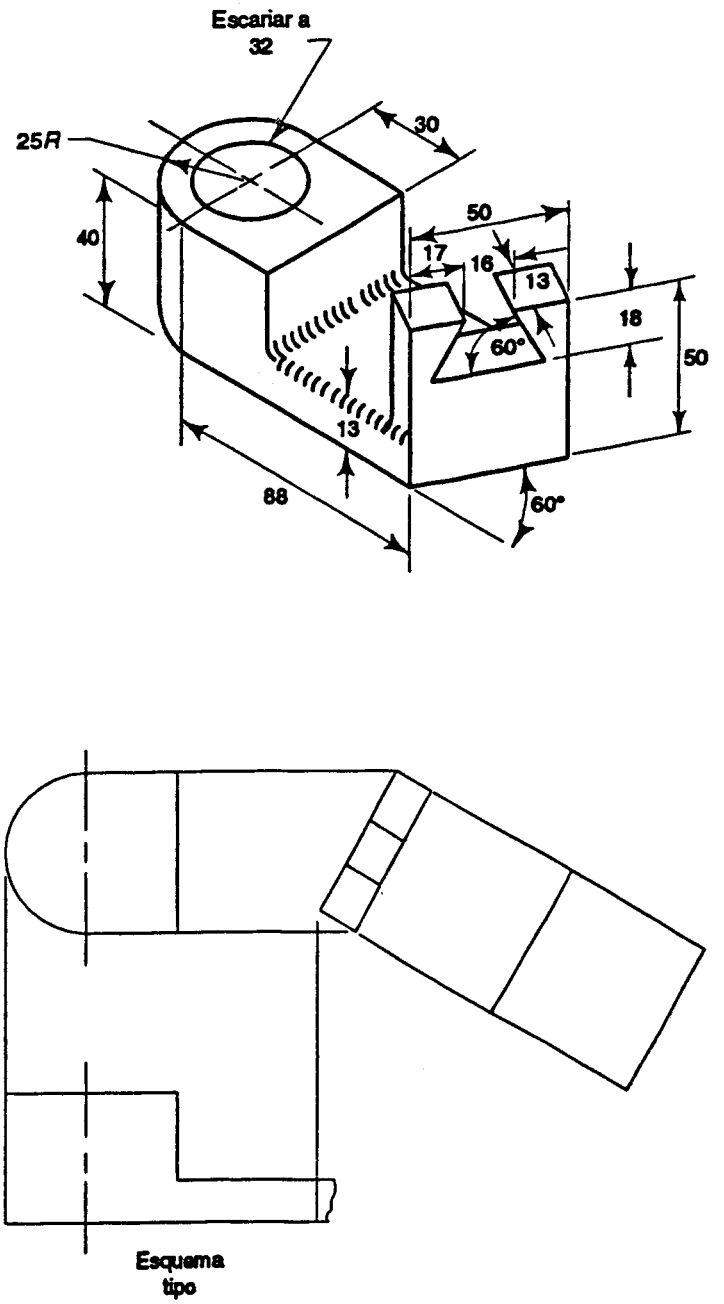


Figura 12.16. Bloque de guía

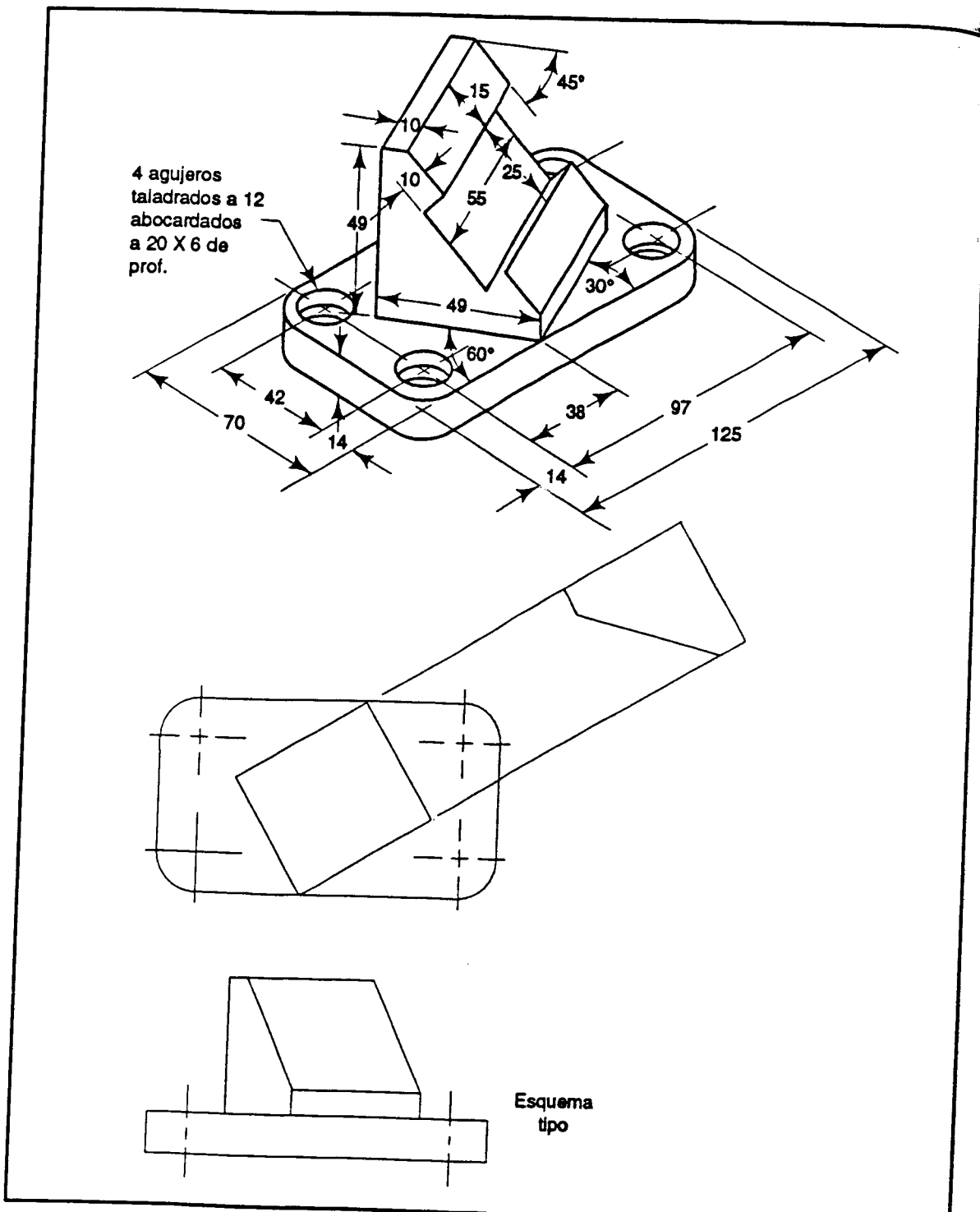
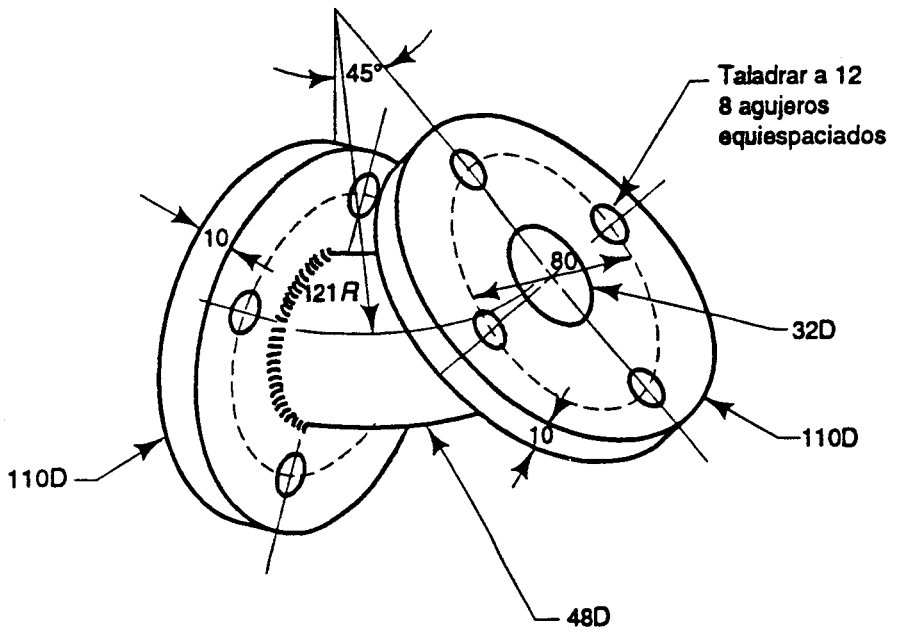


Figura 12.17. Guía de paso



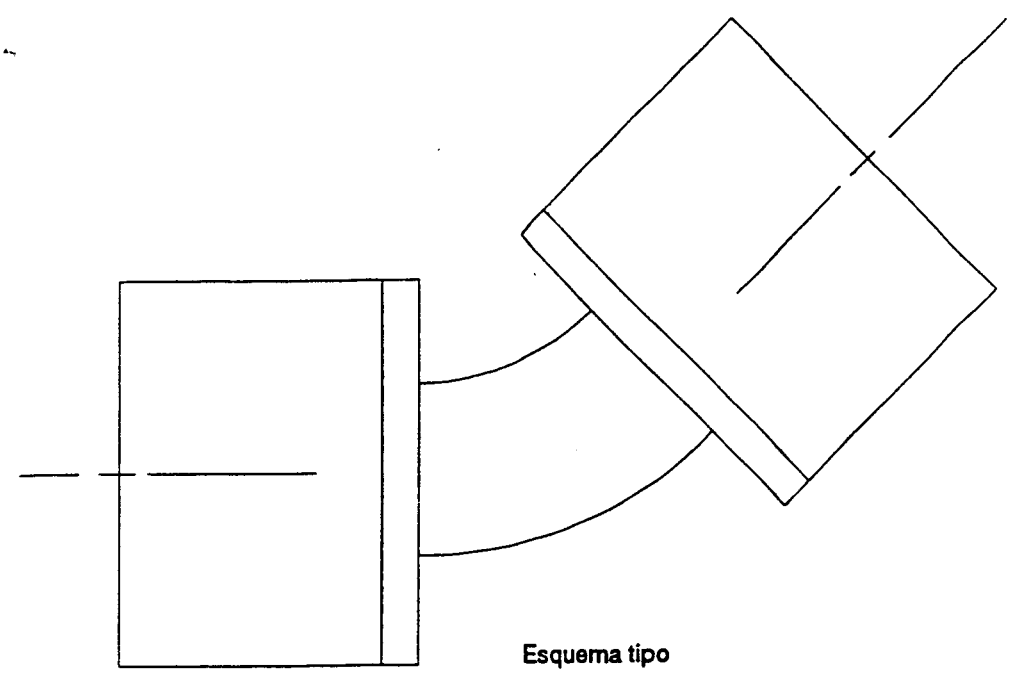


Figura 12.18. Codo de brida

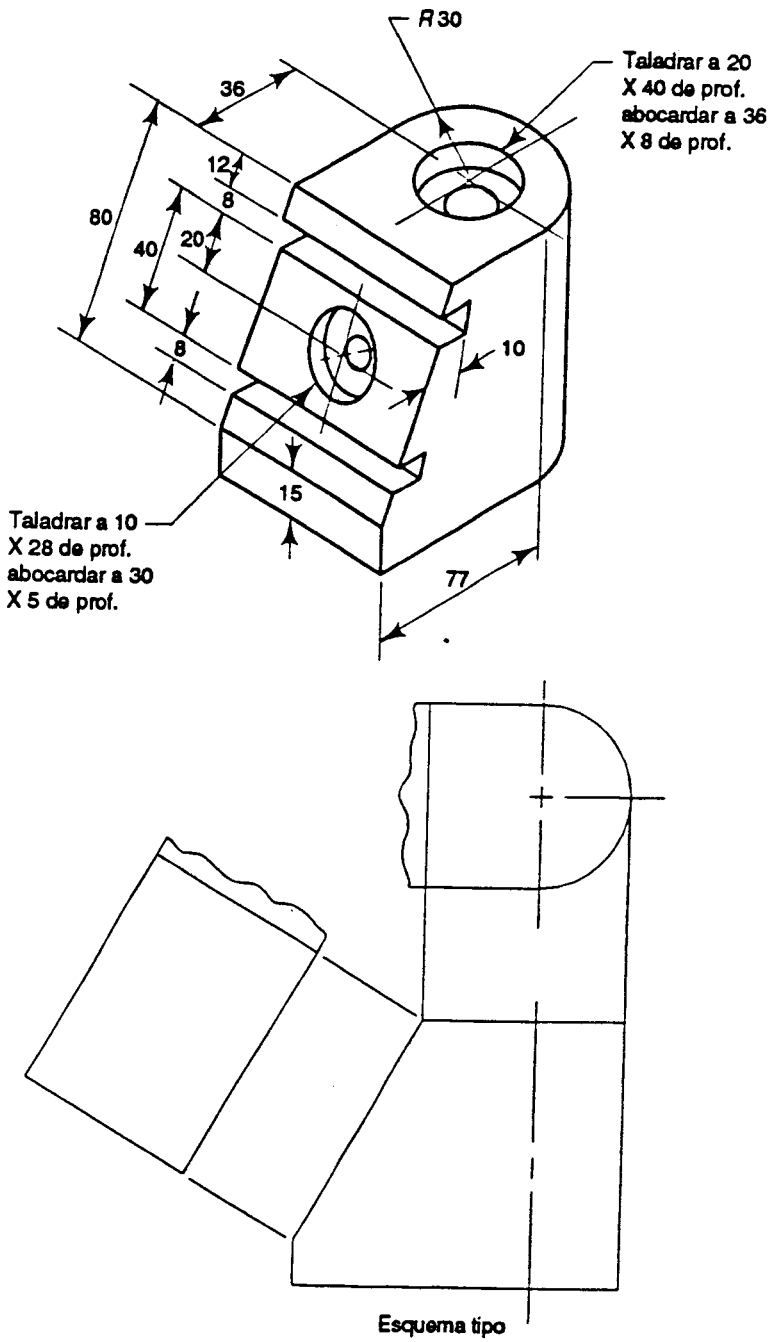


Figura 12.19. Base de guía

Capítulo 13

SECCIONES

CLASIFICACIÓN DE SECCIONES

El tema de vistas seccionales o vista en sección tienen gran importancia dentro de los sistemas de proyección en el dibujo mecánico, debido a que este tipo de vistas es la que nos permite trabajar con piezas más complicadas en su forma, sin complicar demasiado la interpretación del dibujo.

En el sistema de proyección ortogonal normal de seis vistas, tenemos la facilidad de representar lo que se ve y lo que no se ve; es decir, lo oculto, mediante la línea del mismo nombre; pero, ¿qué sucede cuando el objeto a dibujar contiene demasiados detalles ocultos? Obviamente sí lo podemos dibujar, pero su interpretación se complicaría por el exceso de líneas de contorno oculto. Para evitar este problema, este tema trabaja con la teoría de "cortar" o "seccionar" una pieza con el fin de ver sus detalles internos y evitar las líneas ocultas.

Las vistas en sección se clasifican según la forma en que se corta el objeto. Esta forma se representa mediante la línea de plano de corte como lo muestra la figura 13.1 donde la "dirección del corte" abarca todo el ancho de la pieza en posición de 180°, esto se conoce como sección completa. El siguiente cuadro sinóptico muestra los tipos de sección que abarcará este tema.

Clasificación de secciones
1. Completa
2. Media
3. Parcial
4. Desviada
5. Girada
6. Transversal
7. Desplazada

SECCIÓN COMPLETA

Una sección completa consiste en cortar una pieza por el centro de la misma, de lado a lado, sea en posición horizontal o vertical; es decir, equivale a un corte de 180°. Debido a lo "completo" de este tipo de sección, en este punto se explicarán los

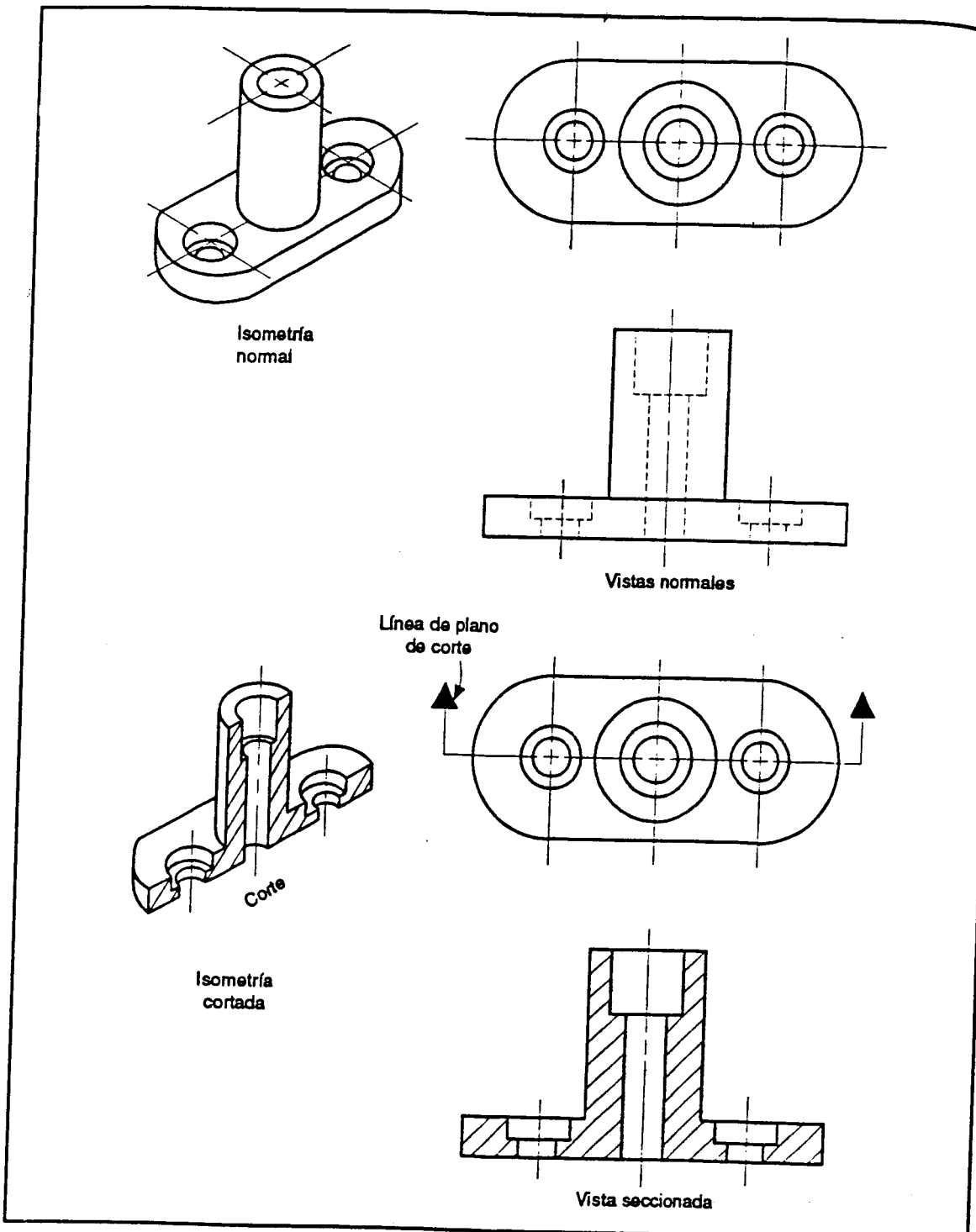


Figura 13.1. Introducción a secciones

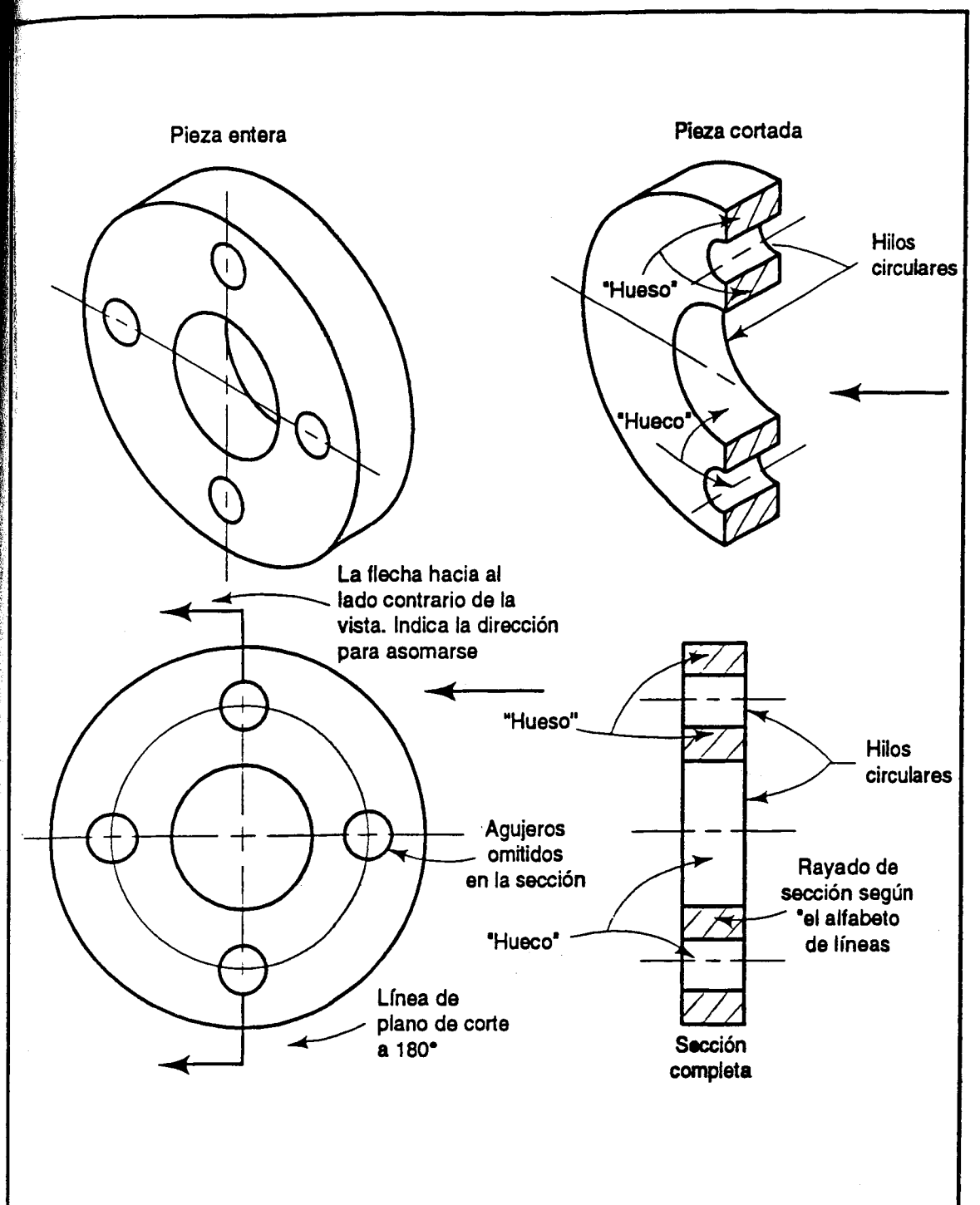


Figura 13.2. Tratamiento de sección completa

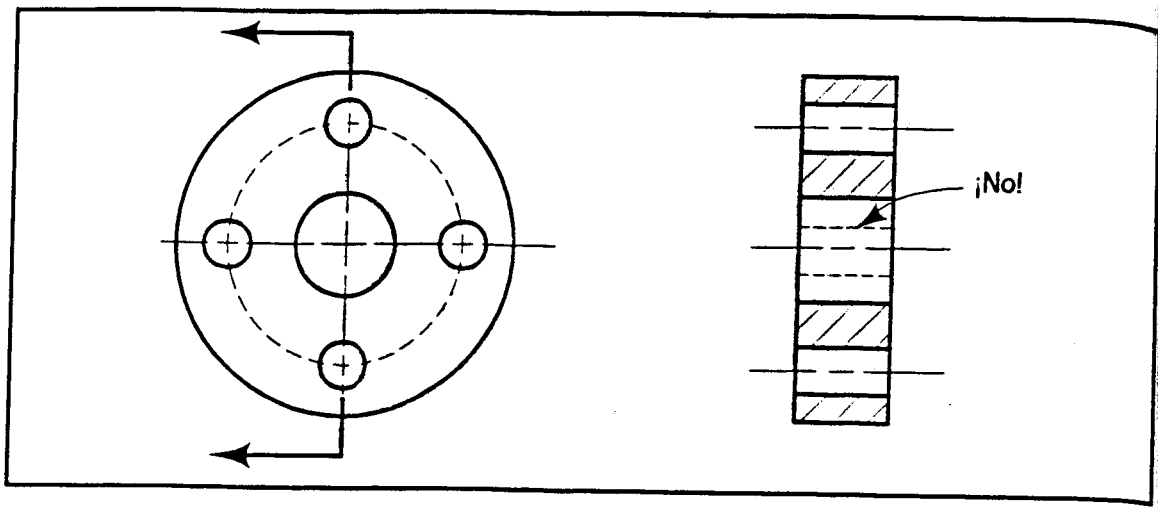


Figura 13.3. Ocultas innecesarias

detalles geométricos de forma y posición que se requieren en este tema.

Existen muchos detalles que hay que analizar en la figura 13.2 tales como lo que es hueso, hueco, hilos circulares, línea de corte, rayado de sección y agujeros omitidos. Comencemos por este último.

Tal vez parezca lógico pensar que lo correcto hubiese sido proyectar los agujeros que están sobre el eje horizontal en forma "oculta", pero en secciones existe una regla que dice lo siguiente: "En la vista seccional sólo debe indicar lo que atraviesa la línea de corte y lo demás se ignora." (Ver figura 13.3.)

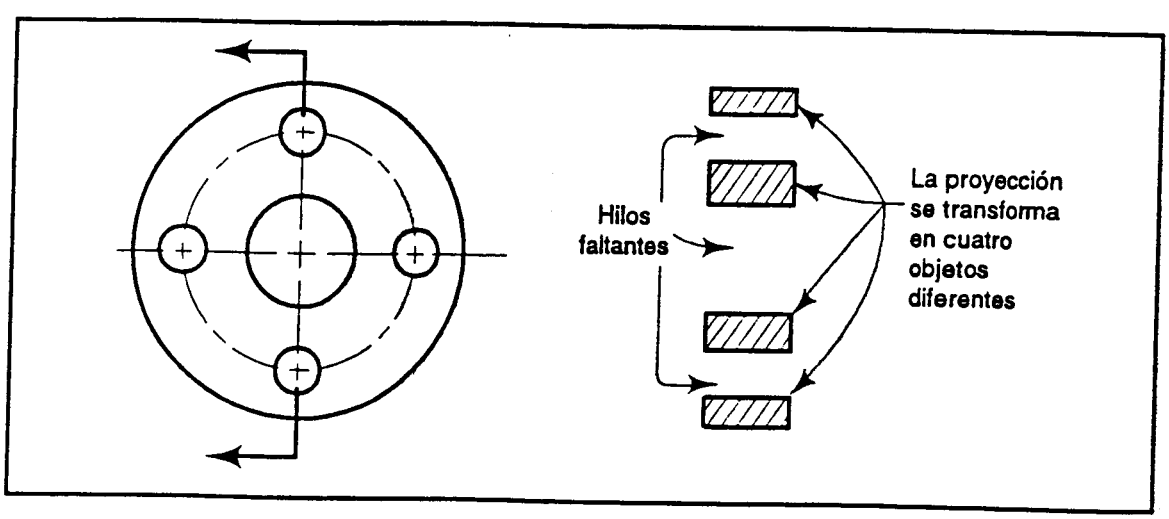


Figura 13.4. Hilos circulares faltantes

La regla mencionada anteriormente dice que aunque la pieza tenga cuatro o más agujeros; es decir, 8, 12, 24, 100, 1 000, etc., si la línea de corte sólo atraviesa el agujero de arriba, el de enmedio (eje) y el de abajo, sólo ésos se representarán en la vista seccionada.

Cabe mencionar también que sólo el tipo de sección parcial acepta líneas ocultas.

Los "hilos circulares" forzosamente se deben dibujar, ya que de no hacerlo parecerían objetos separados en lugar de una sola vista. Los hilos circulares son los que atraviesan el hueco; es decir, los que no se cortan y unen el hueso (el material cortado). (Ver figura 13.4.)

En las vistas en sección de forma cilíndrica y con agujeros es muy importante no omitir las líneas de centros en el "hueco" de los agujeros. (Ver figura 13.5.)

El "hueso" es la parte más importante del dibujo de una vista seccional, ya que éste es el que representa el "material cortado". El hueso se distingue del hueco en el dibujo mediante el rayado de sección, seccionado o anchurado; este tipo de línea representa el "material cortado" y su trazo continuo requiere de mucha uniformidad.

Hay diferentes tipos de rayado de sección que se emplean según el material de la pieza; sin embargo, el más utilizado es el que se muestra en las figuras 13.6 y 13.7.

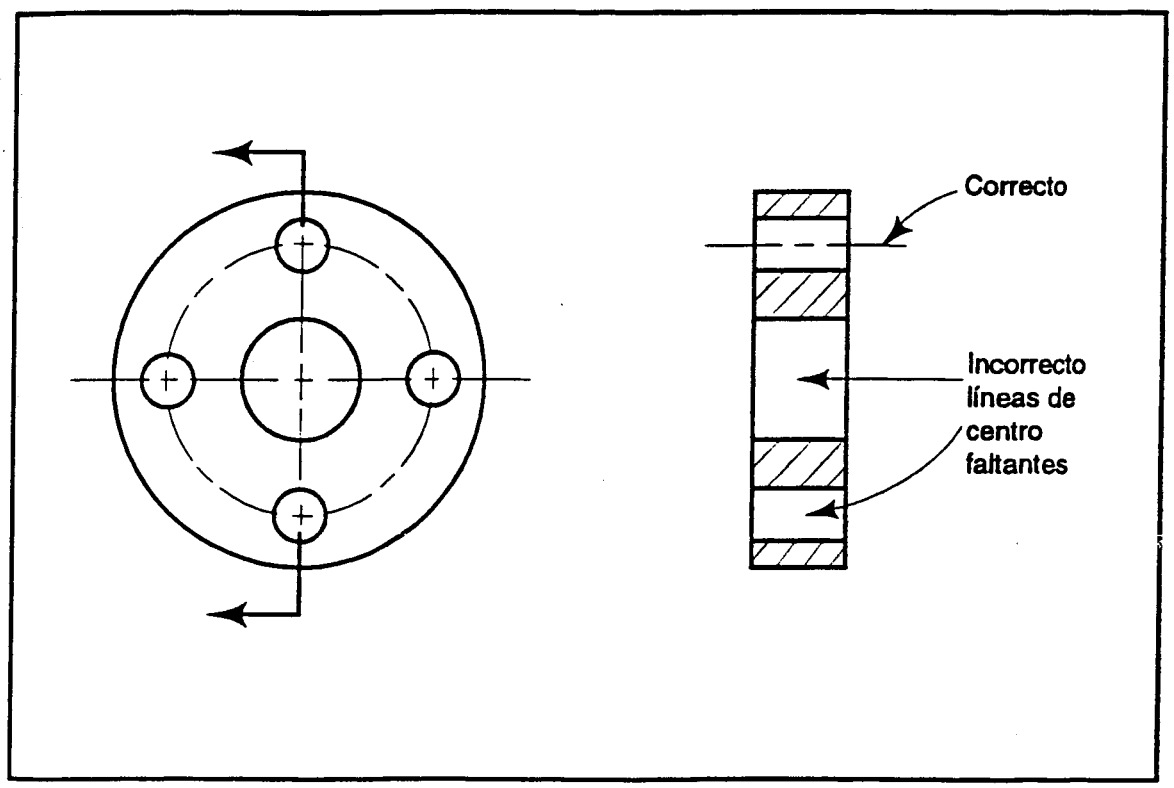


Figura 13.5. Líneas de centros faltantes

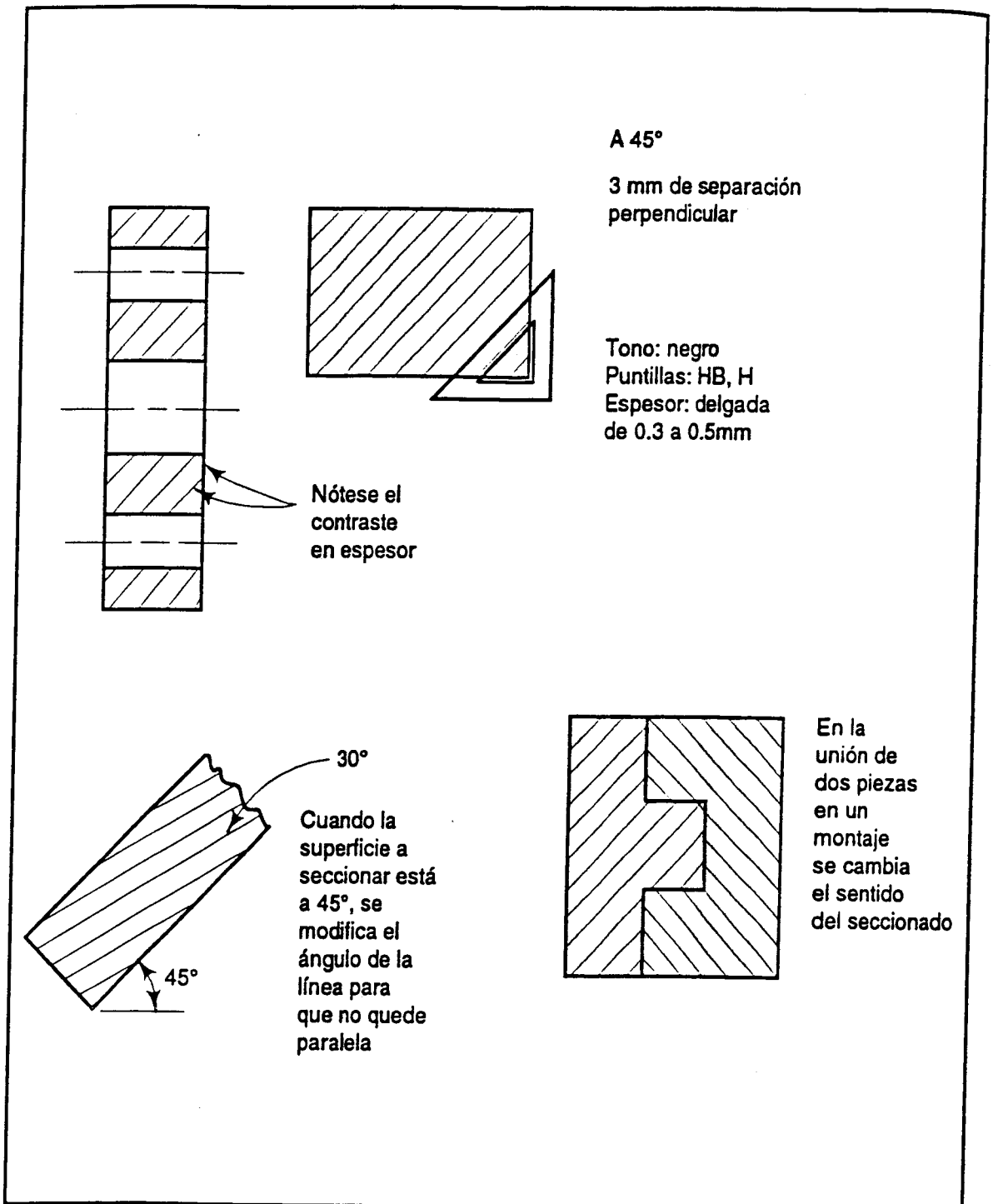


Figura 13.6. Línea de seccionado o achurado

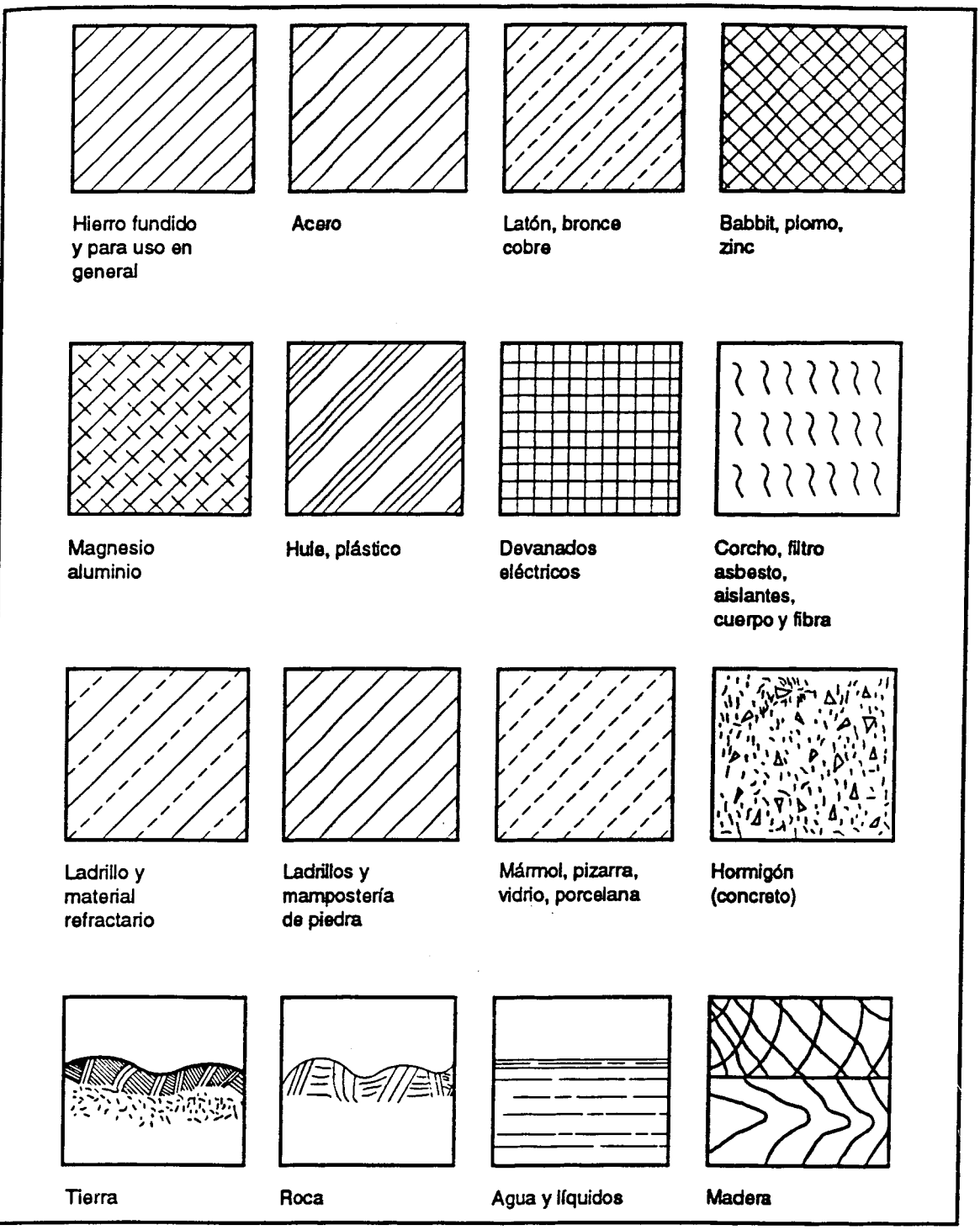


Figura 13.7. Símbolos de material para rayado de sección

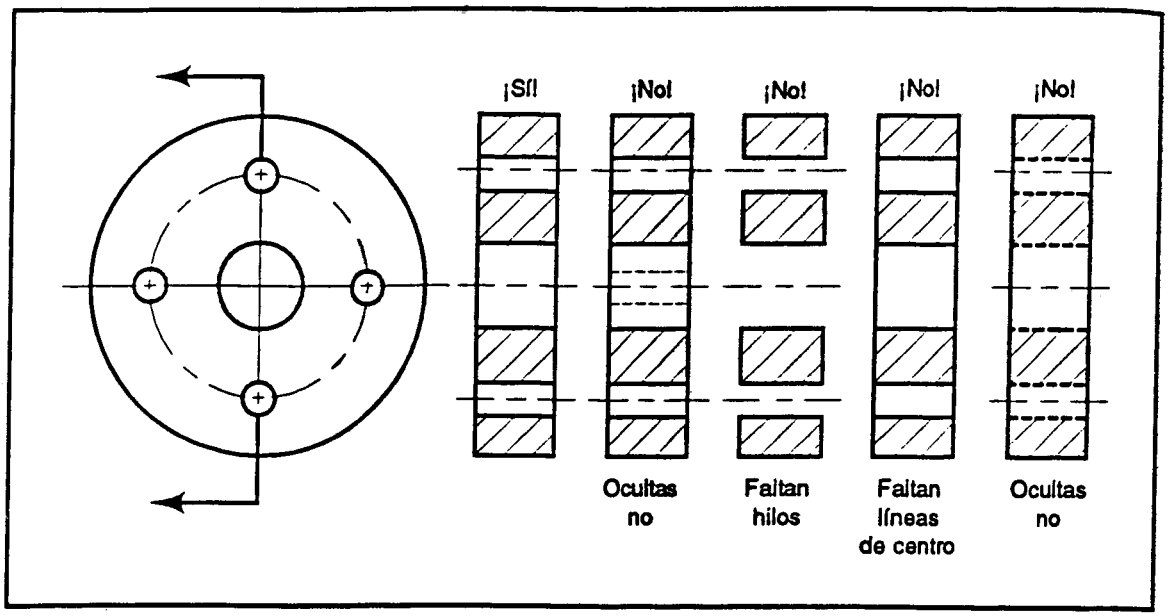


Figura 13.8. Ejemplos de errores

PARA RESUMIR LOS DETALLES ANTERIORES

La figura 13.8 ejemplifica lo concerniente a líneas ocultas innecesarias, hilos circulares y líneas de centros.

En lo referente al rayado de sección se mencionó que la uniformidad en dicha línea es muy importante, esto se refiere al tono, espaciamiento y sentido del seccionado. (Ver figura 13.9.)

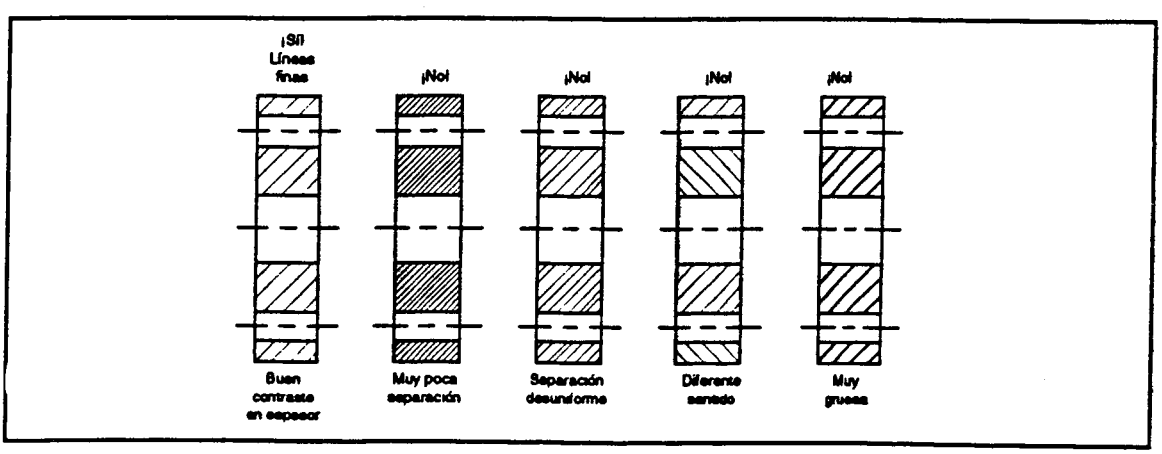


Figura 13.9. Errores en el rayado de sección

TRATAMIENTOS DE SECCIÓN COMPLETA

La secuencia gráfica empleada en la figura 13.2 proporcionó una metodología adecuada para visualizar un corte. A esta secuencia se le denomina "Tratamiento de sección" y es de mucha utilidad en el aprendizaje de este tema. La siguiente figura nos muestra una secuencia gráfica similar a aquella figura.

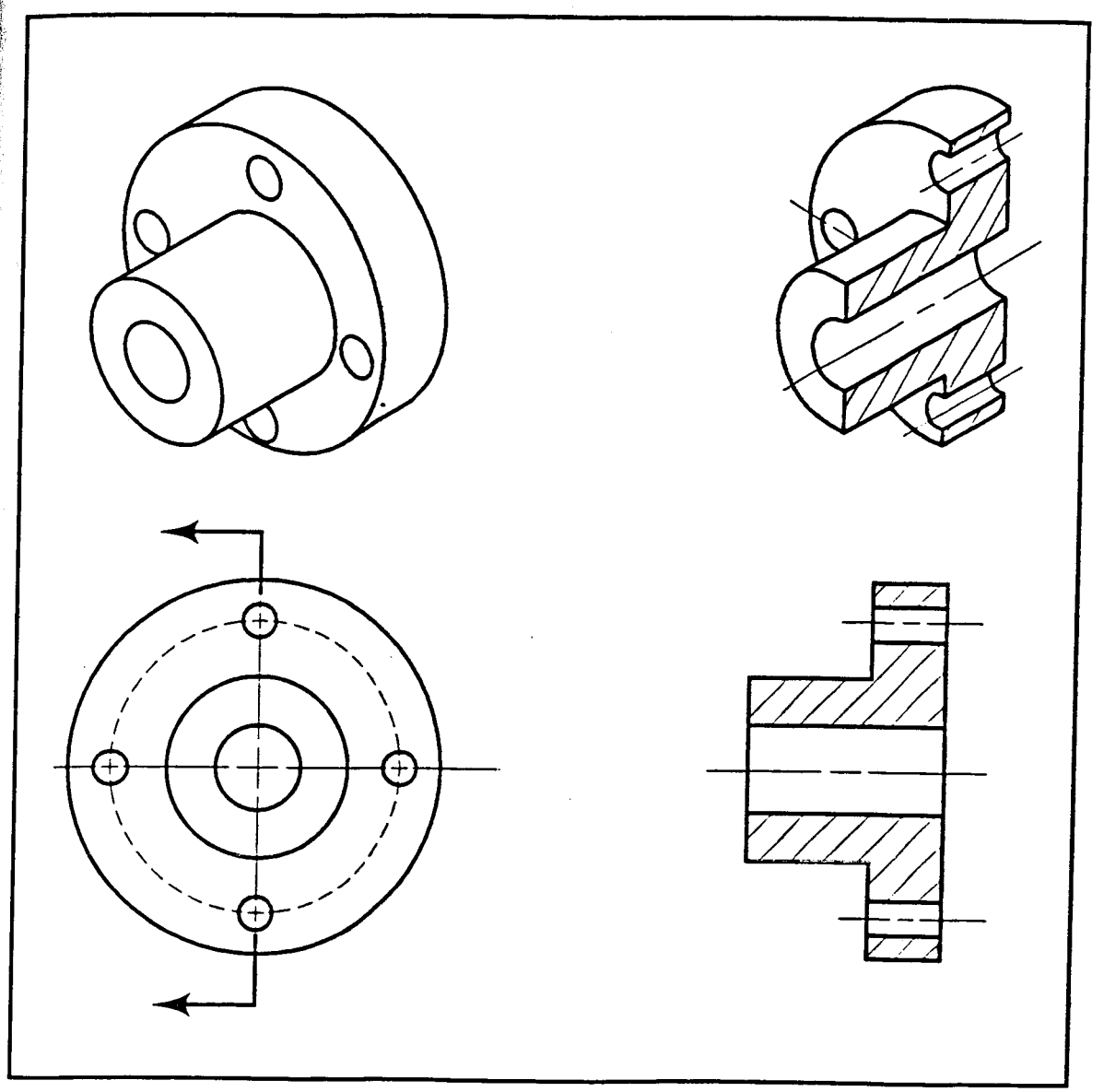
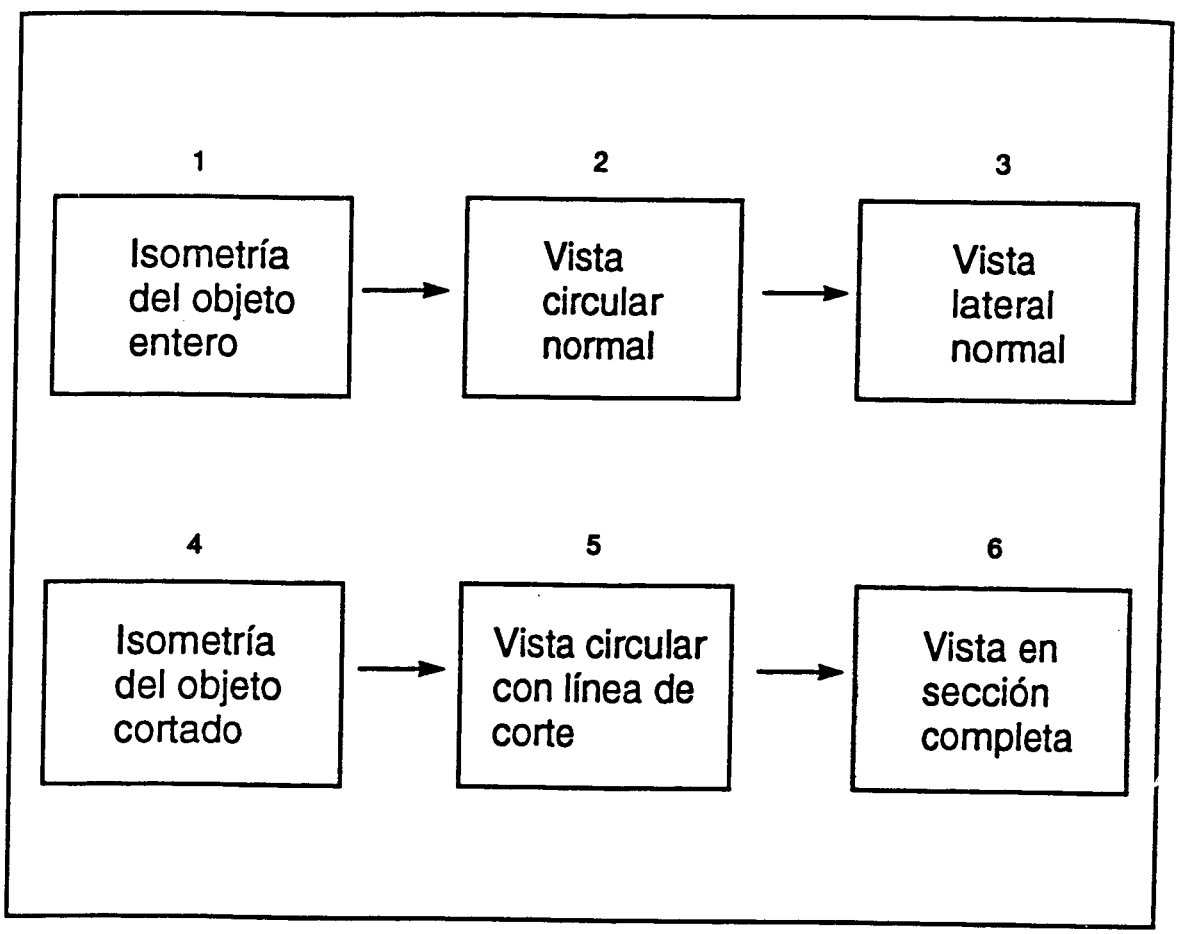


Figura 13.10. Tratamiento de sección completa

Para finalizar el punto de sección completa, en las siguientes páginas se mostrarán algunas piezas con la secuencia gráfica del "tratamiento de sección". Los ejemplos se detallarán con la página apaisada (en posición horizontal) y la secuencia contendrá una comparación del objeto entero con vistas normales y el objeto cortado y dibujado en sección completa.

Estos ejemplos servirán para afianzar la visualización del tema.

La distribución de estos tratamientos quedará de la siguiente manera:



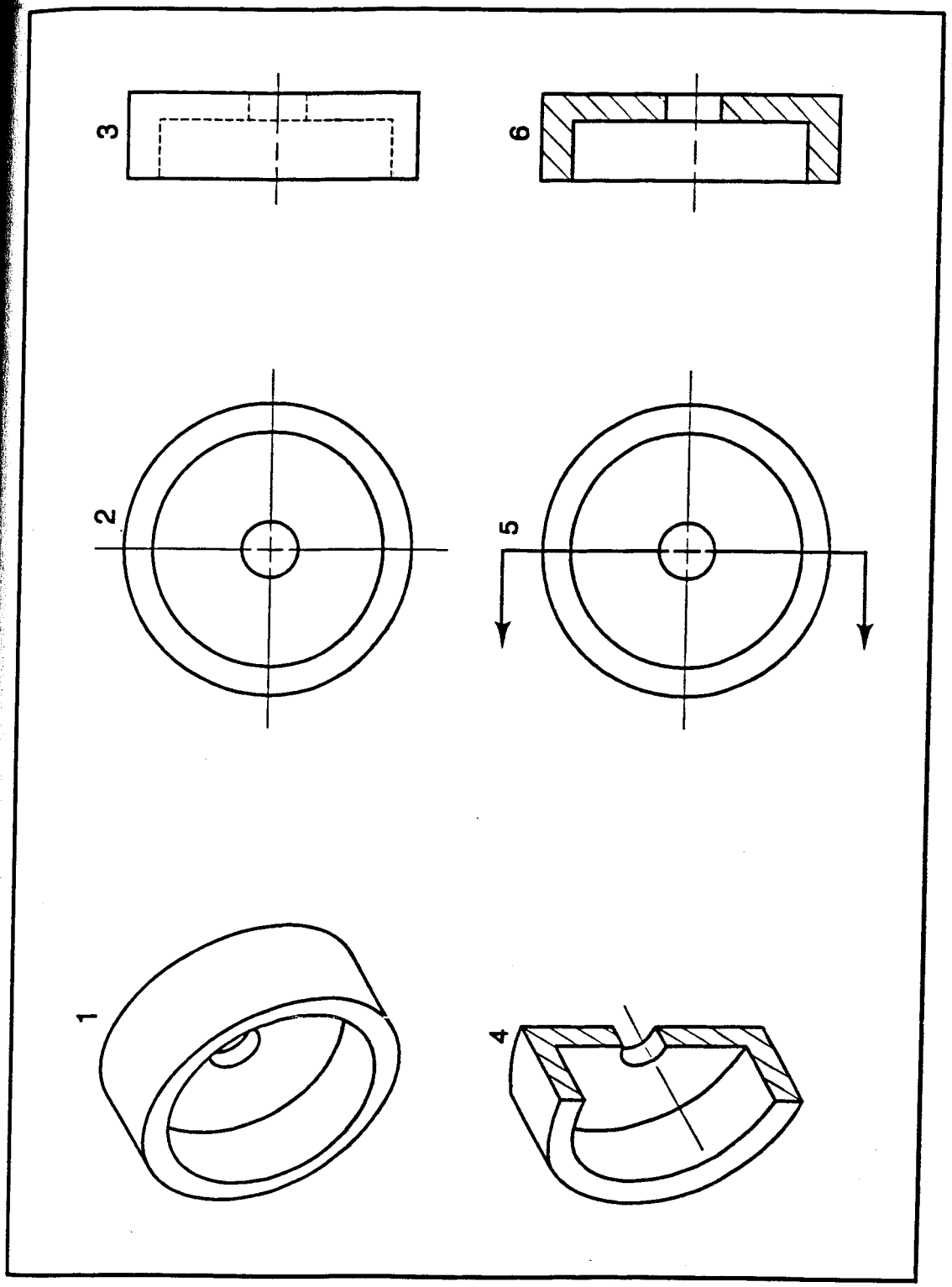


Figura 13.11. Tratamiento de sección completa

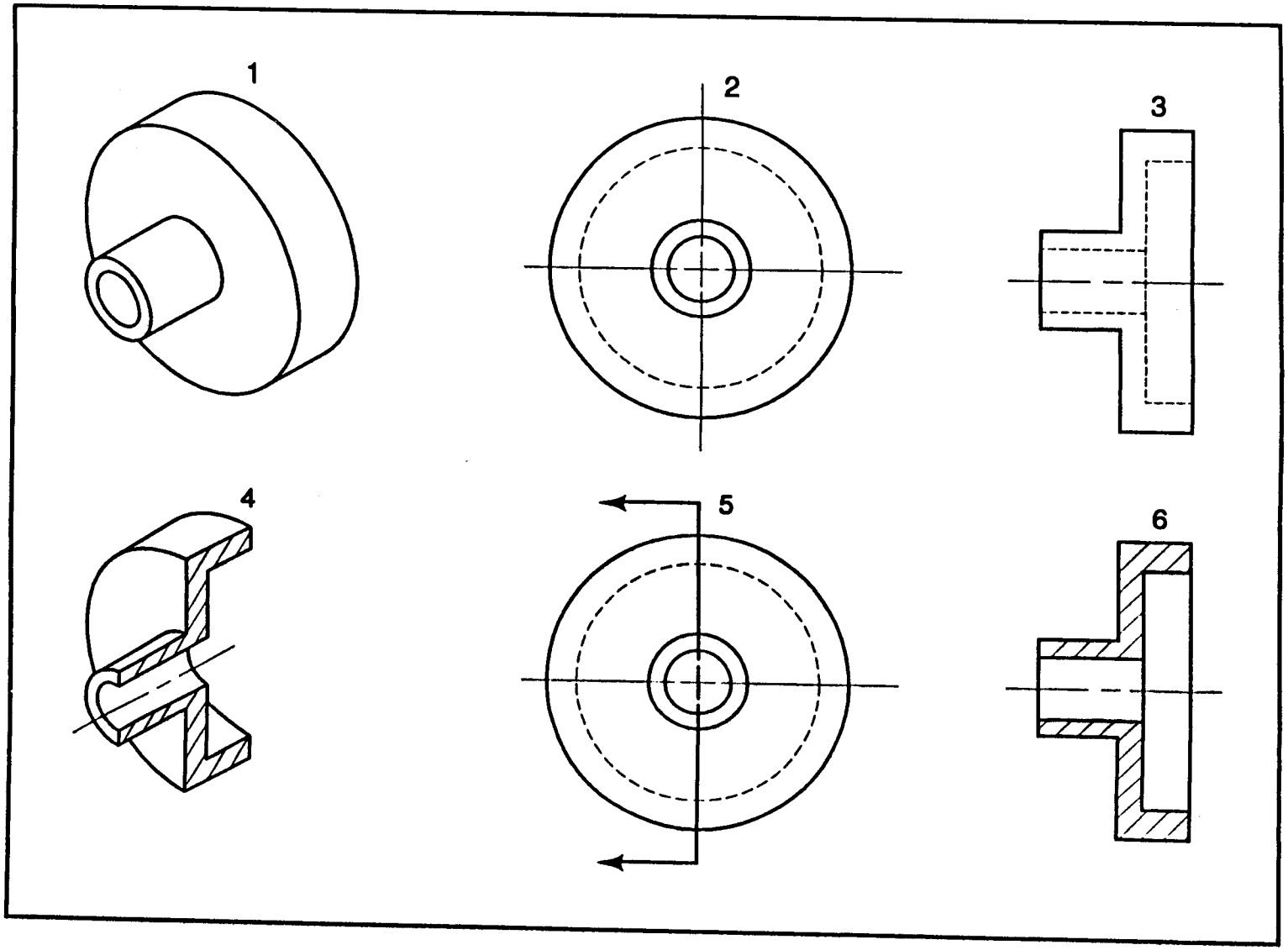


Figura 13.12. Tratamiento de sección completa

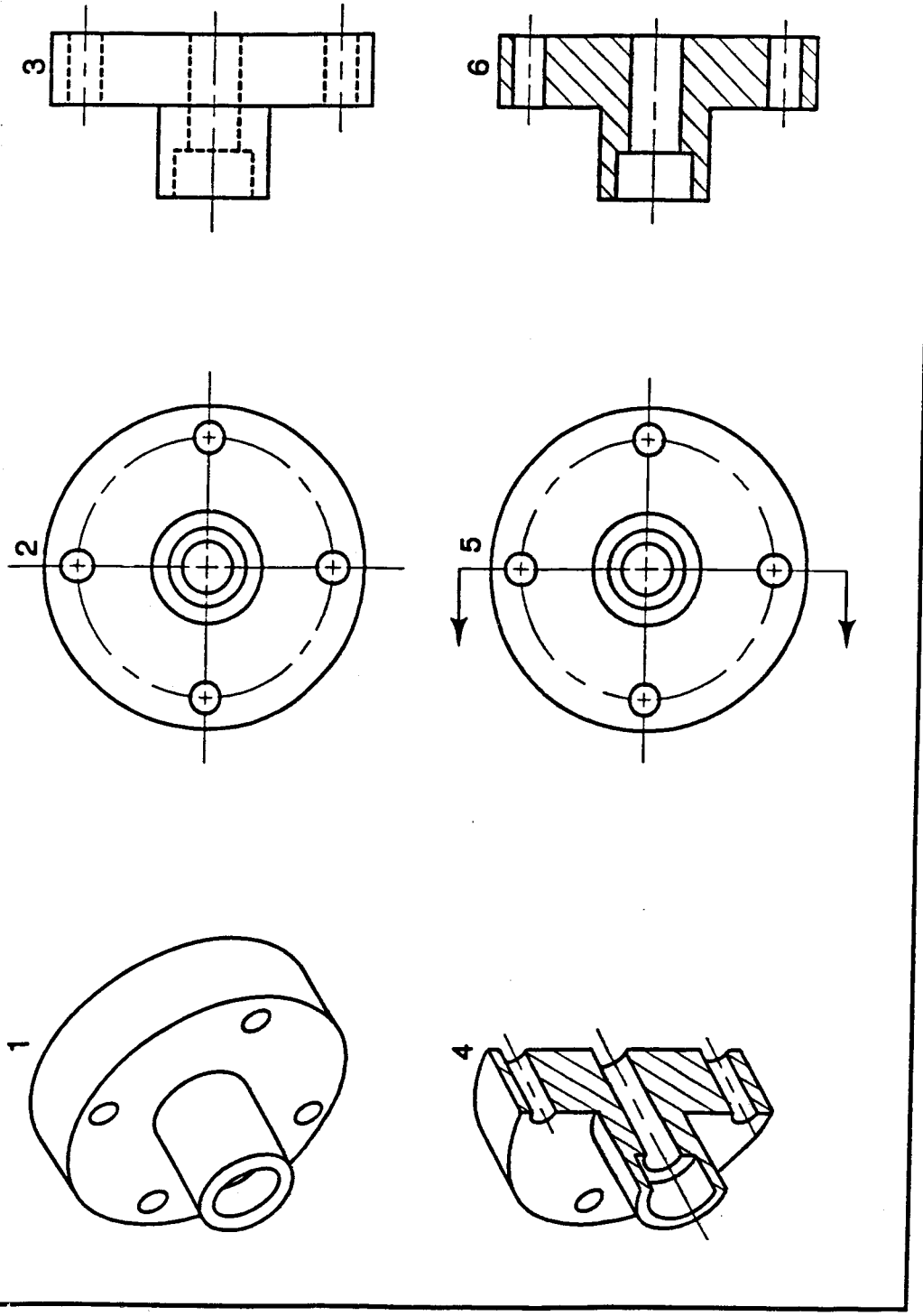


Figura 13.13 Tratamiento de sección completa

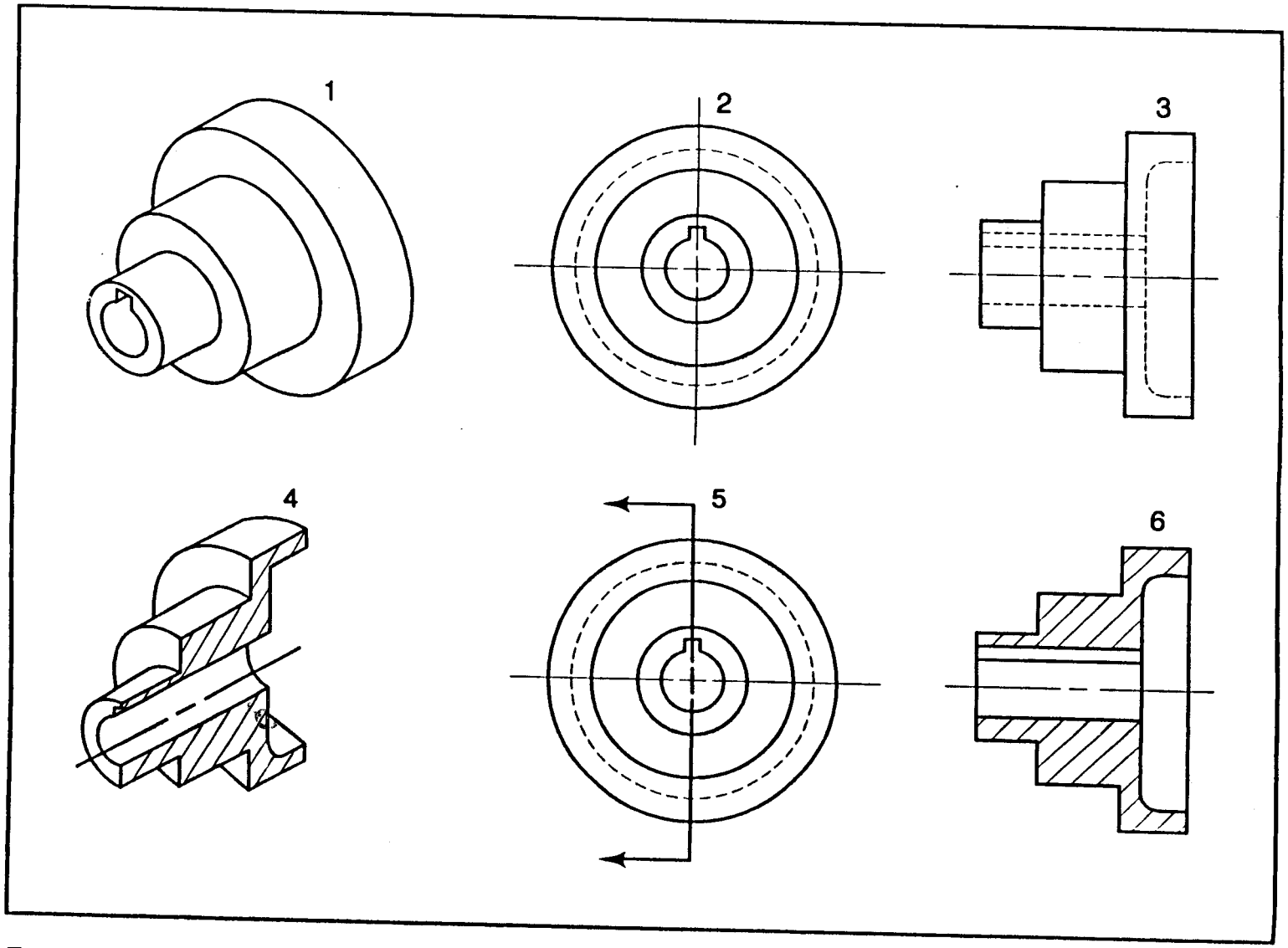


Figura 13.14. Tratamiento de sección completa

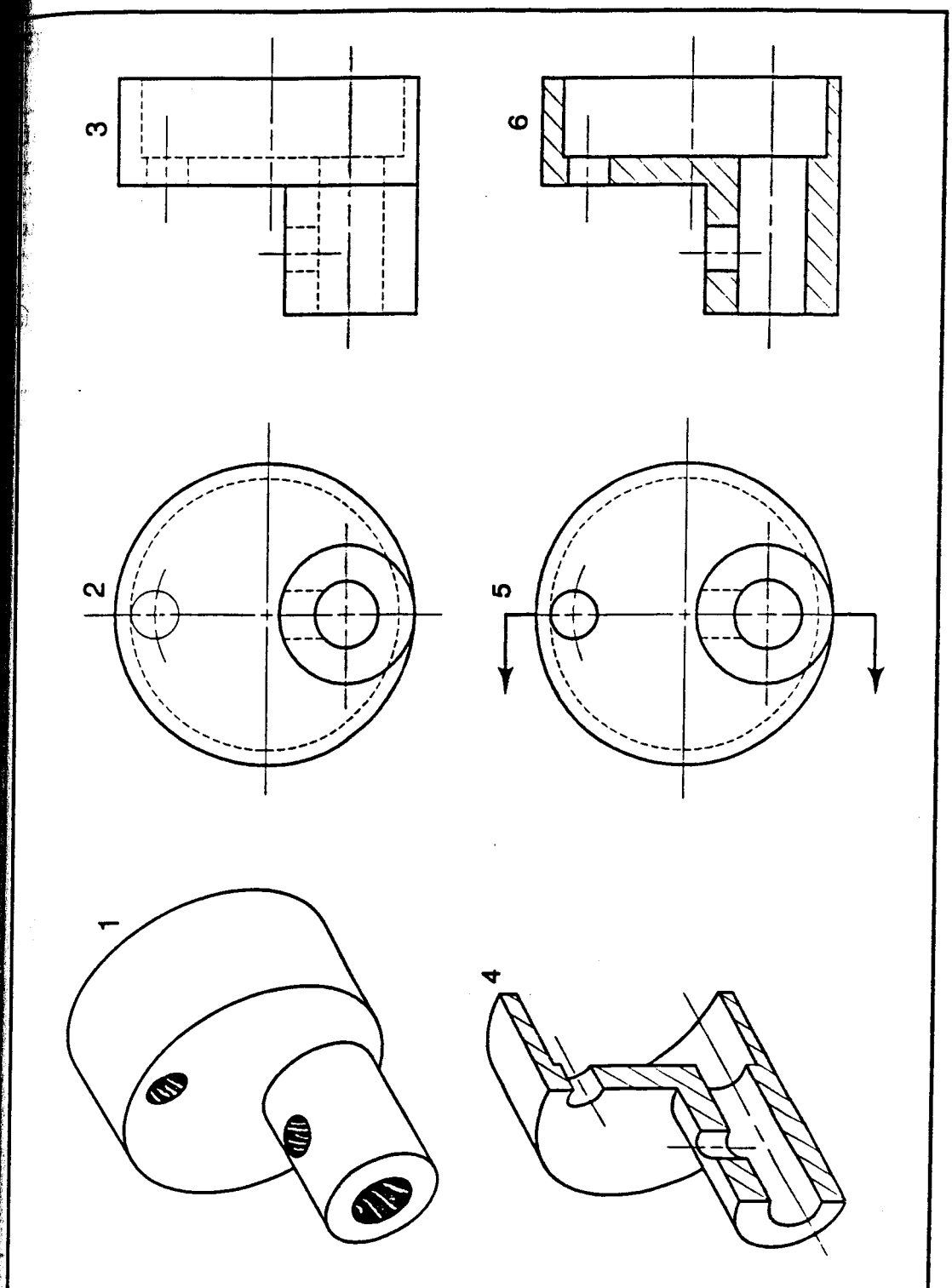


Figura 13.15. Tratamiento de sección completa

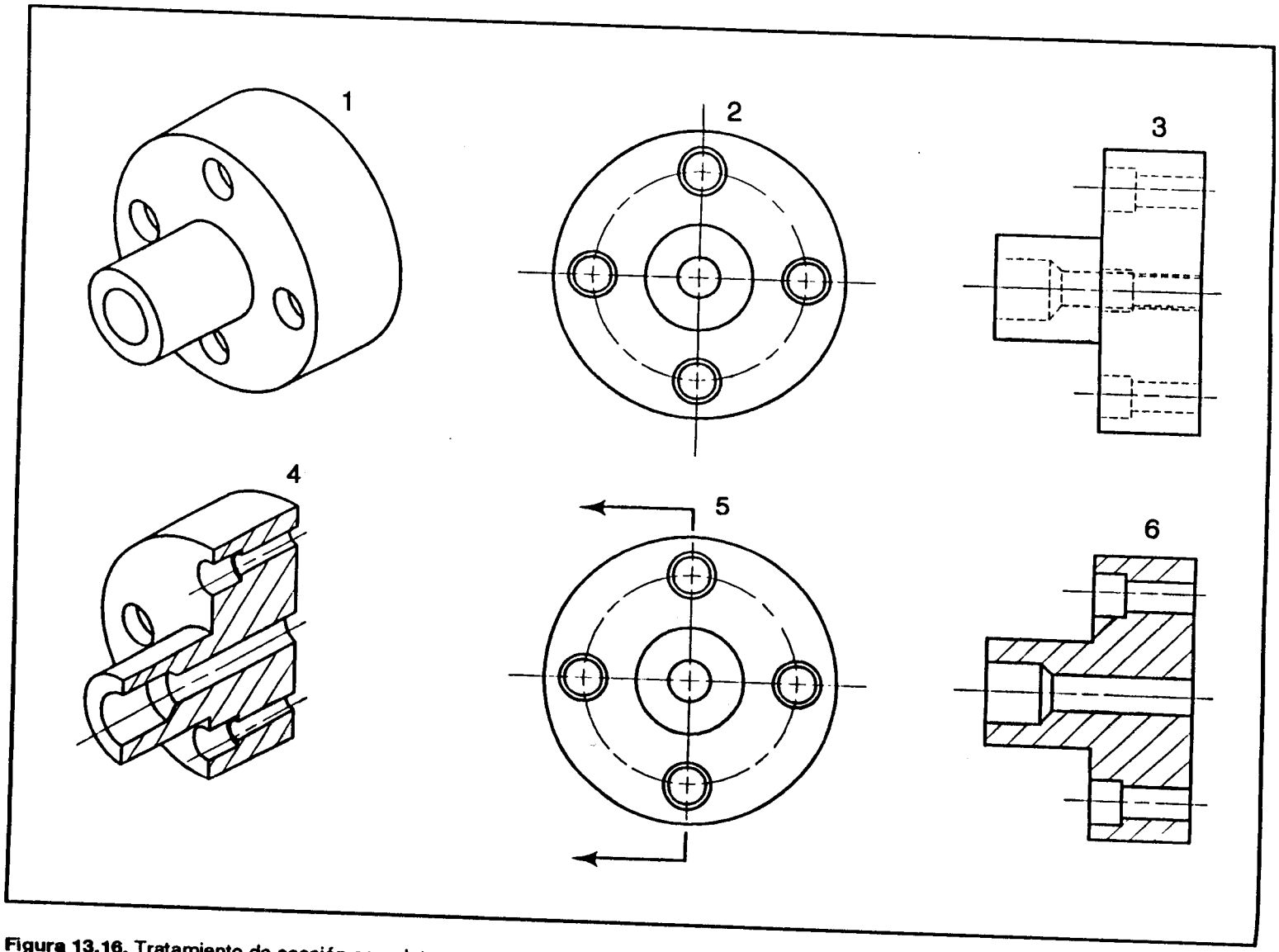


Figura 13.16. Tratamiento de sección completa

EJERCICIOS

Las siguientes figuras son vistas laterales derechas en proyección ortogonal normal; es decir, con líneas ocultas. Los ejercicios consisten en croquizar para cada una de ellas el "tratamiento de sección completa", utilizando el procedimiento empleado en los ejemplos anteriores. Esto significa que a cada vista dada, se le agregará su isometría entera (para visualizar el objeto), vista circular, isometría cortada y vistas en sección completa. Los croquis deberán realizarse en hojas de papel bond tamaño carta o en papel cuadriculado.

Cada vista dada tiene indicadas acotaciones para que las vistas en sección completa (circular y lateral), puedan ser realizadas en detalle en hojas de papel ledger o calca de 11 x 17 pulgadas.

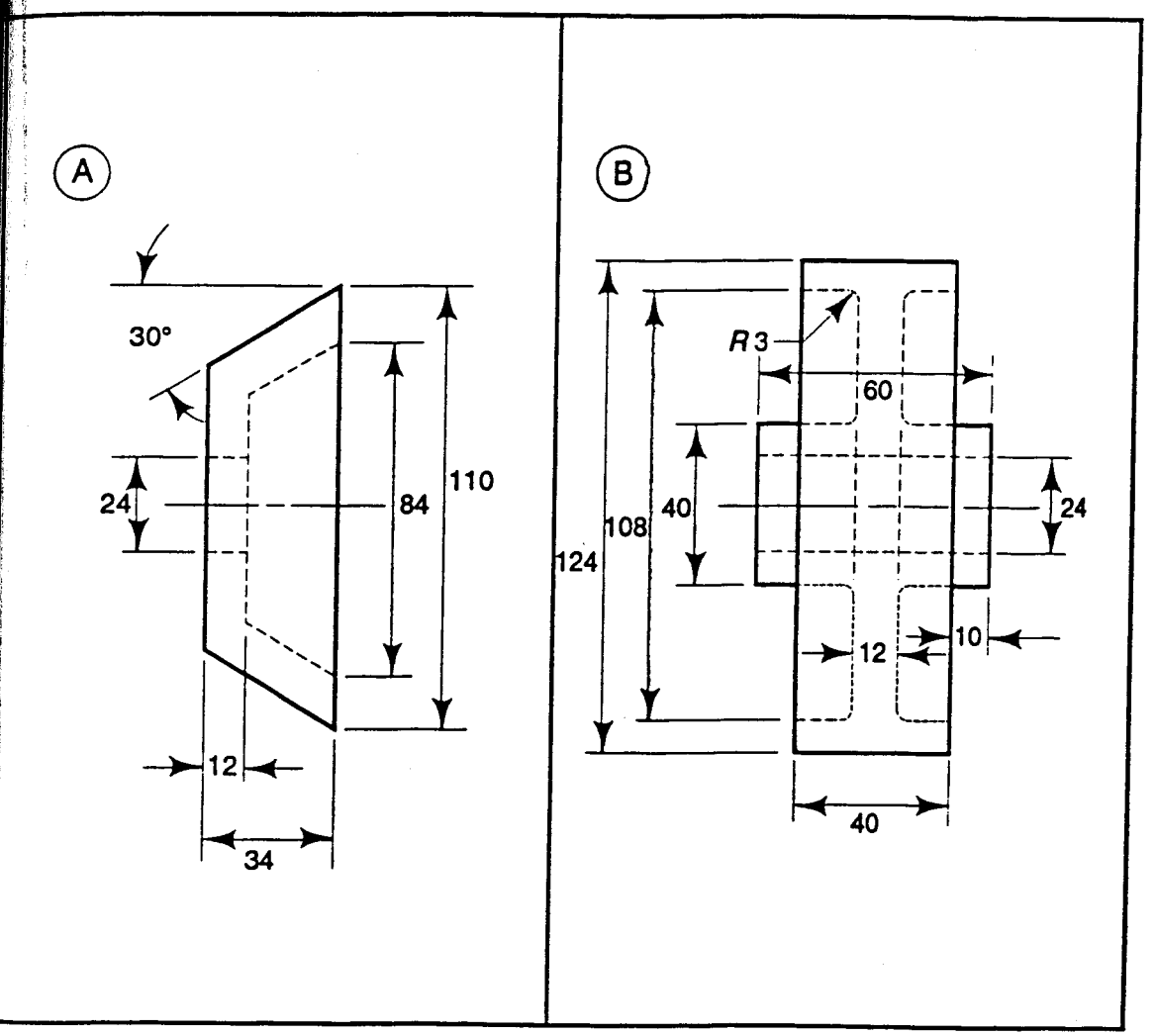


Figura 13.17. Ejercicios

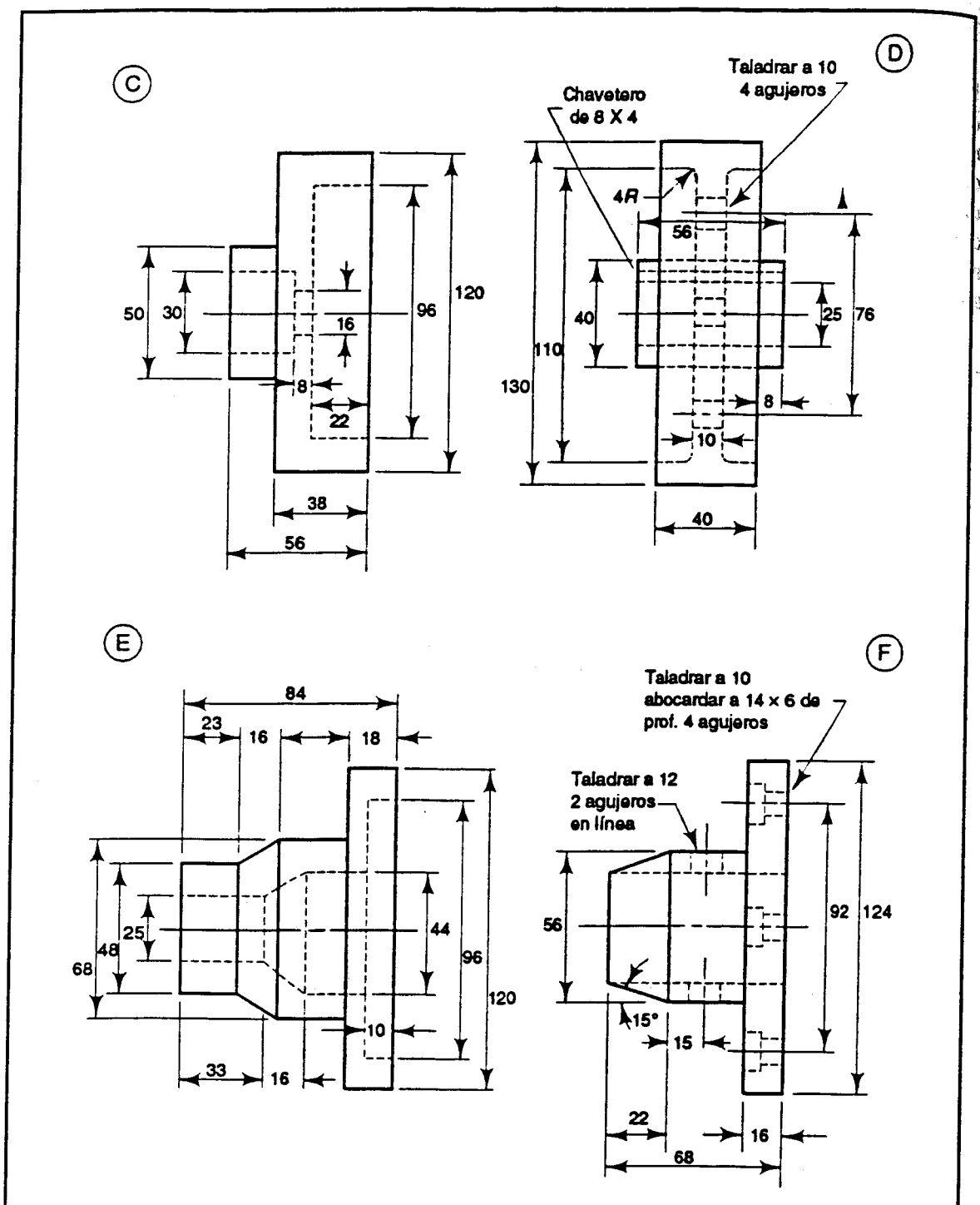


Figura 13.18. Ejercicios

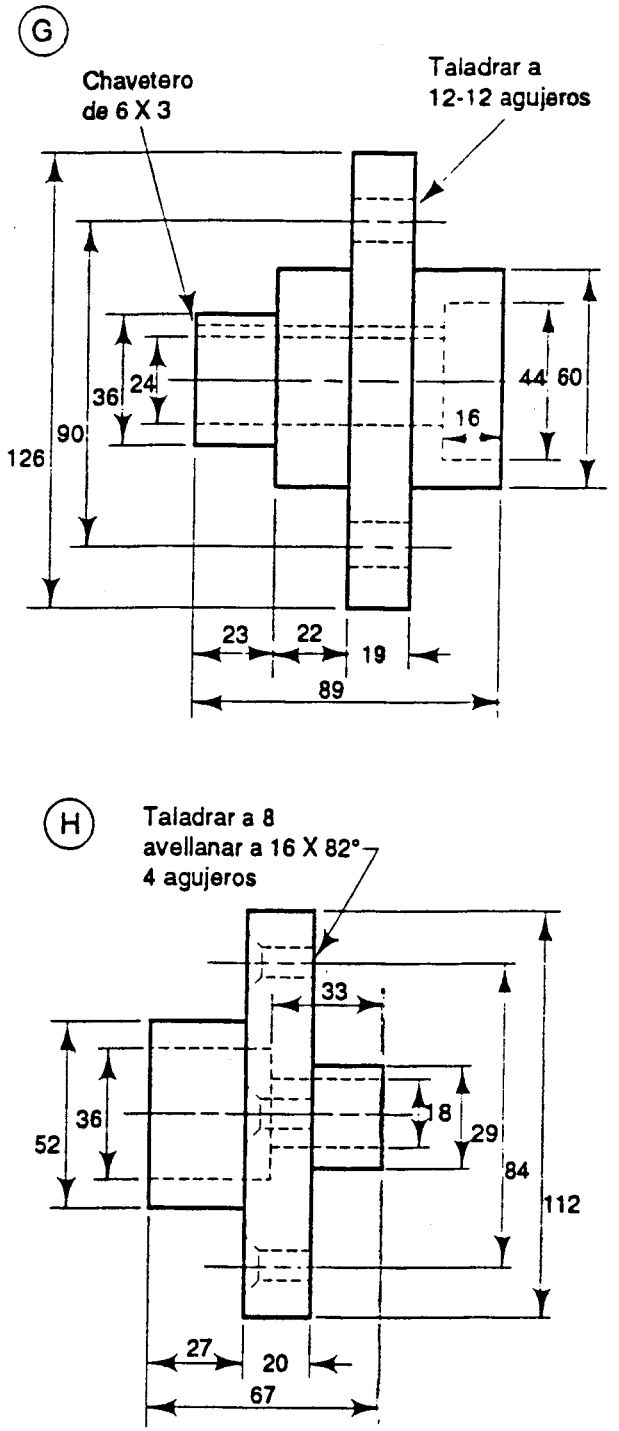


Figura 13.18. Ejercicios continuación

SECCIÓN MEDIA

La figura 13.19 muestra este tipo de sección consiste en realizar un corte a 90° a través del centro de la pieza.

Es una pieza cilíndrica, este tipo de sección abarcaría el radio de la misma; es decir, la mitad, provocando que la vista lateral seccionada muestre la mitad del objeto "cortado" y la otra mitad, "entero". Este tipo de sección es muy útil ya que en una misma proyección se puede apreciar el objeto por dentro y por fuera.

Existe una regla muy importante en sección media que hay que respetar, ésta consiste en eliminar las líneas ocultas de la mitad no cortada. La figura 13.19 ilustra lo anterior.

SECCIÓN IRREGULAR O PARCIAL

Este tipo de sección se utiliza para cortar o fracturar sólo una parte de la pieza, esto se realiza sin la línea de plano de corte, usándose sólo una línea de rotura para "limi-

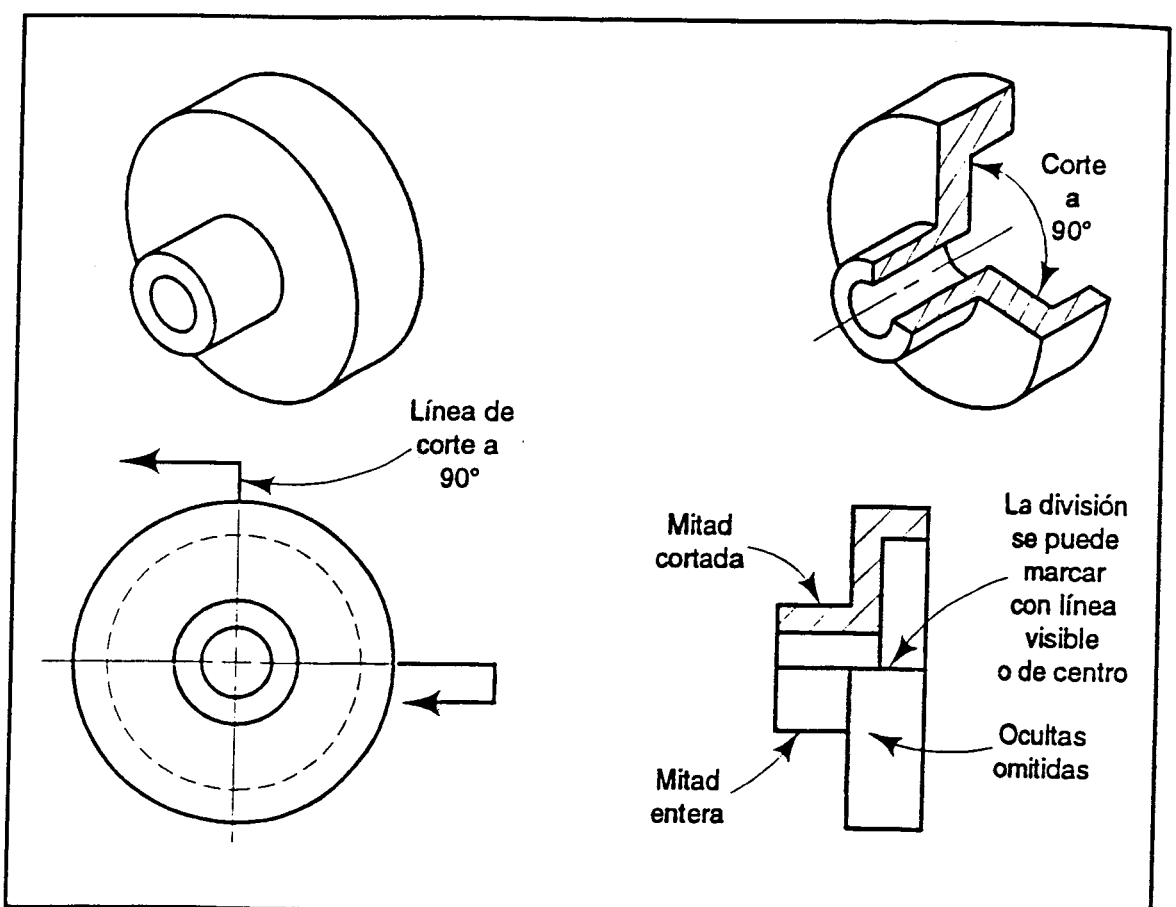


Figura 13.19. Sección media

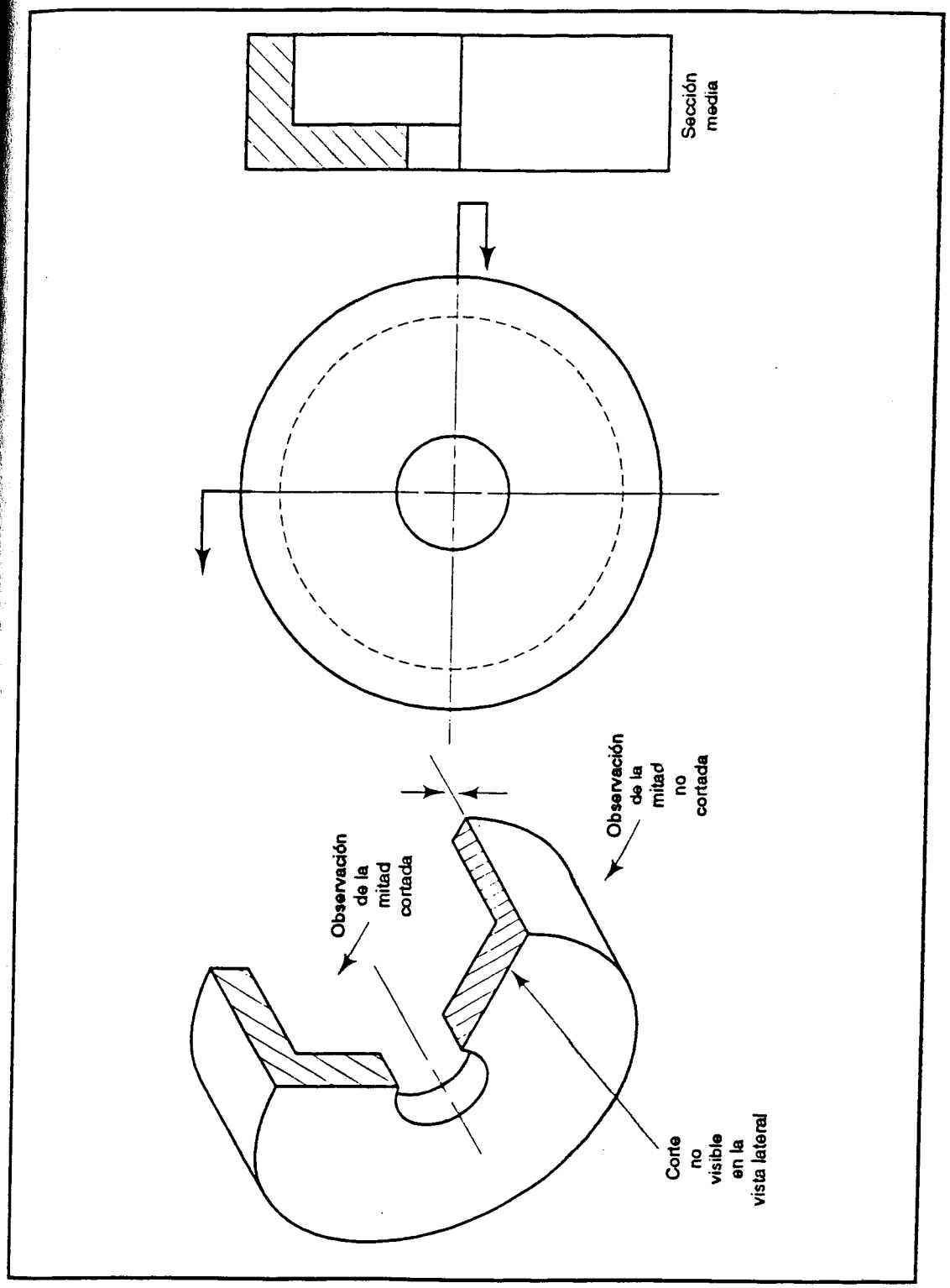


Figura 13.20. Tratamiento de sección media

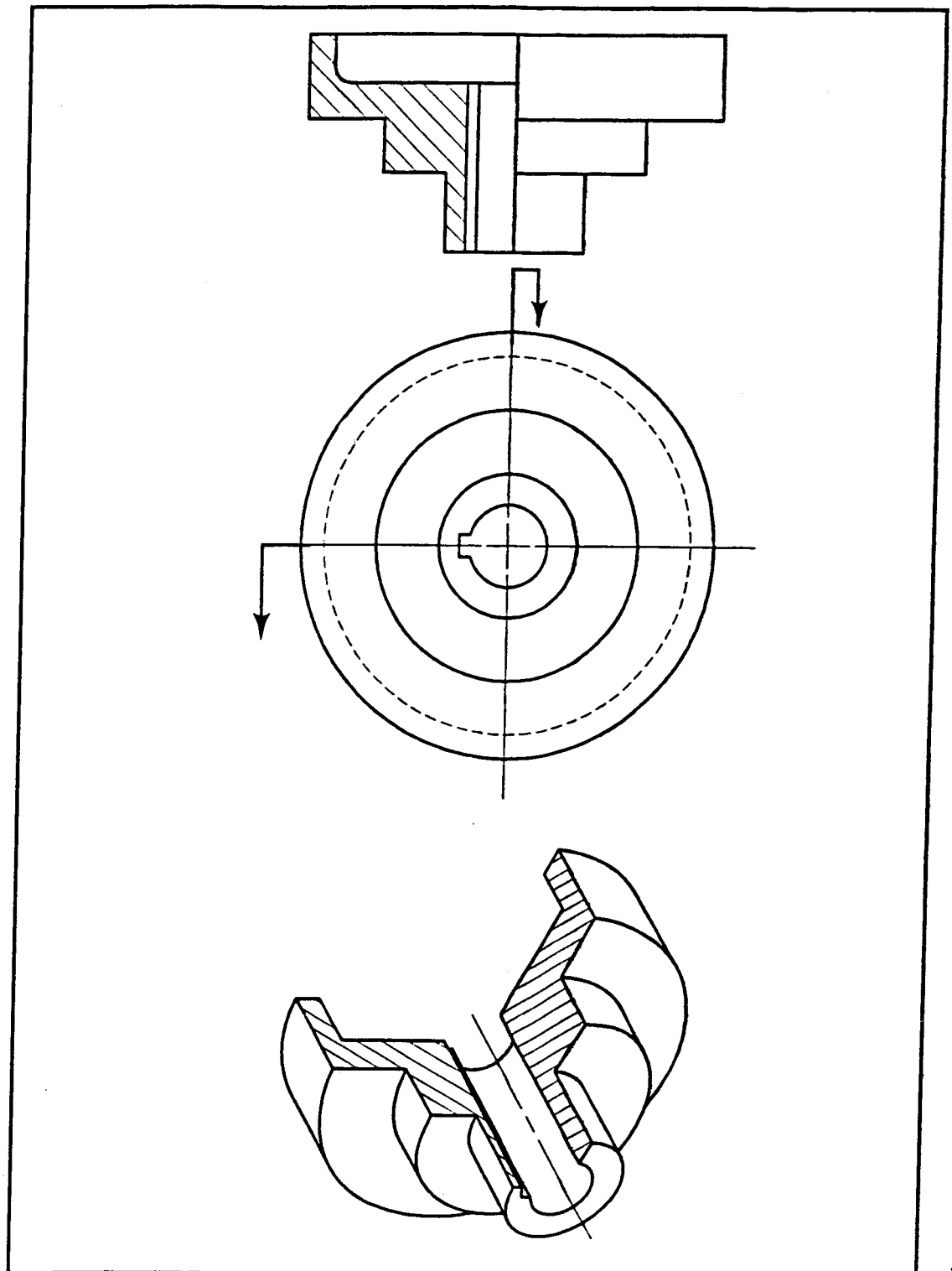
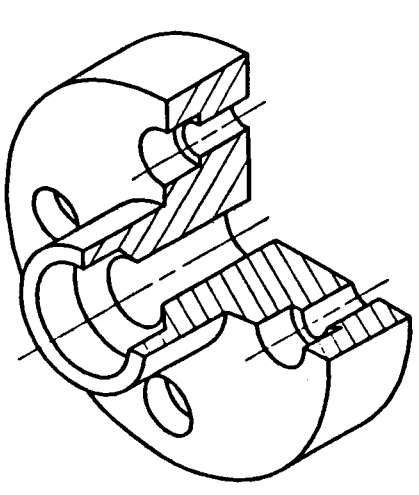
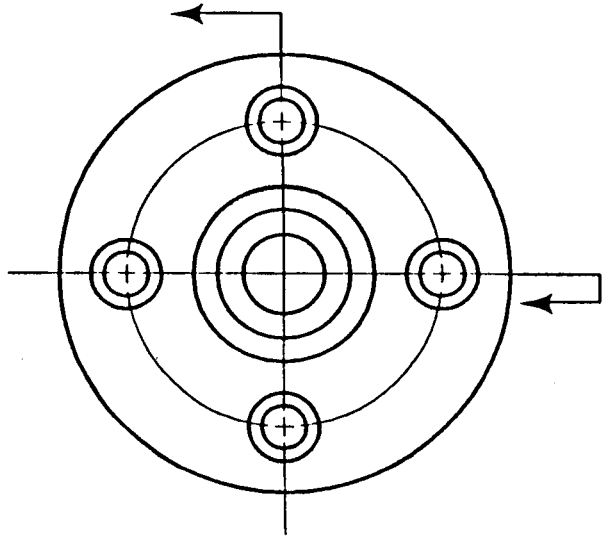
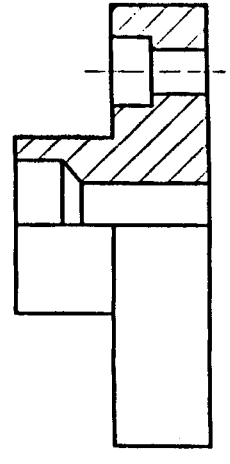


Figura 13.21. Tratamiento de sección media







Ejercicios:
Dibújese en sección media las piezas de las figuras 13.17 y 17.18.

Figura 13.22. Tratamiento de sección media

tar" la parte fracturada y sólo seccionar ese espacio.

En virtud de que el corte es parcial, en el resto de la vista es permisible completar el esquema con líneas de contorno oculto. (Ver figura 13.23.)

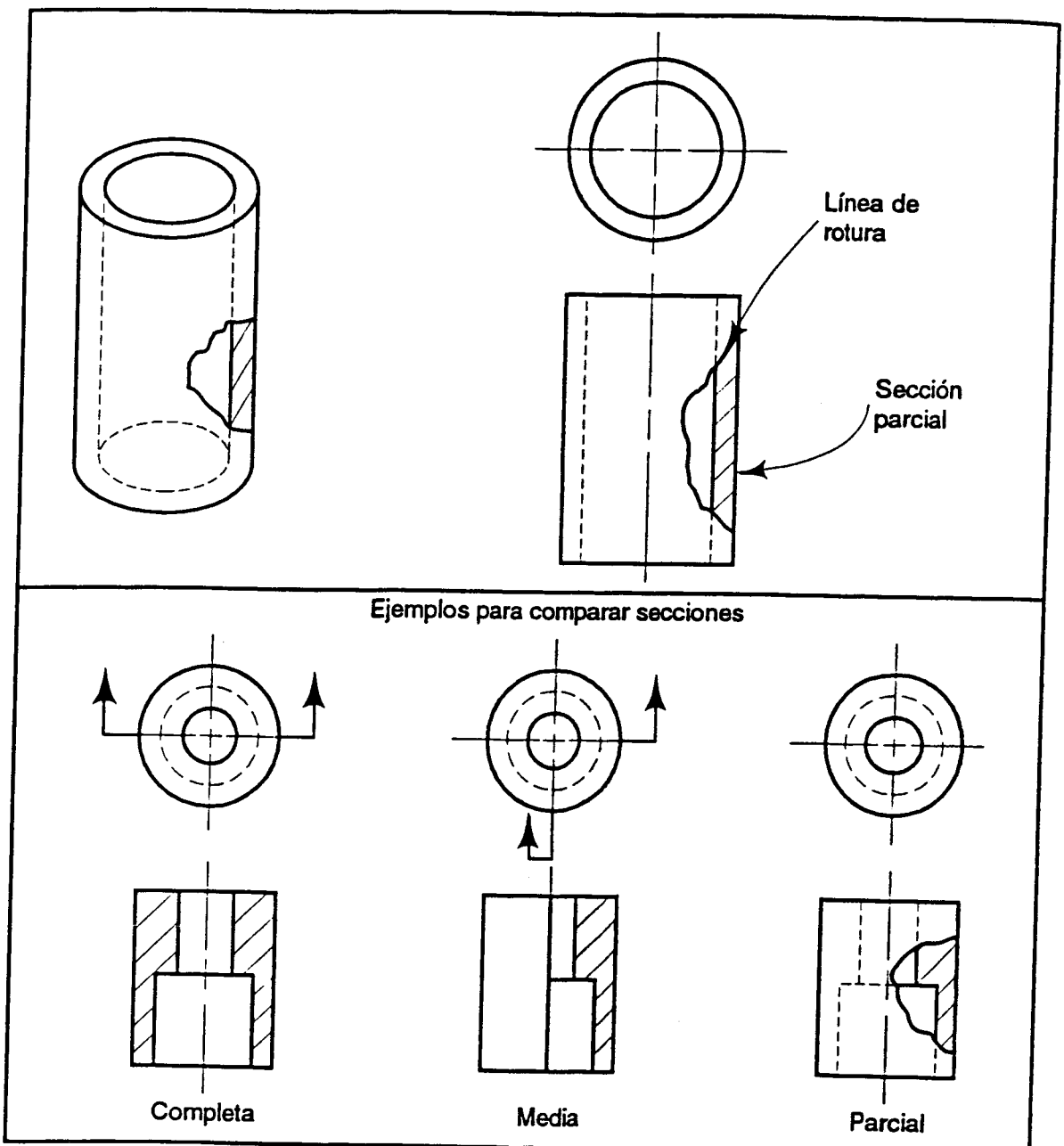


Figura 13.23. Sección irregular o parcial

SECCIÓN DESVIADA

La sección desviada se utiliza cuando una pieza tiene detalles importantes en distintas posiciones que no están en línea recta. Lo que se efectúa en este tipo de sección es un movimiento de 90° que se puede alterar en zig-zag por parte de la línea de plano de corte, que permite que la pieza se seccione en la posición deseada y con ello logra convertir el corte en una variante de sección completa o media según se desee. La figura 13.24 muestra la sección desviada. (Ver figura 13.24.)

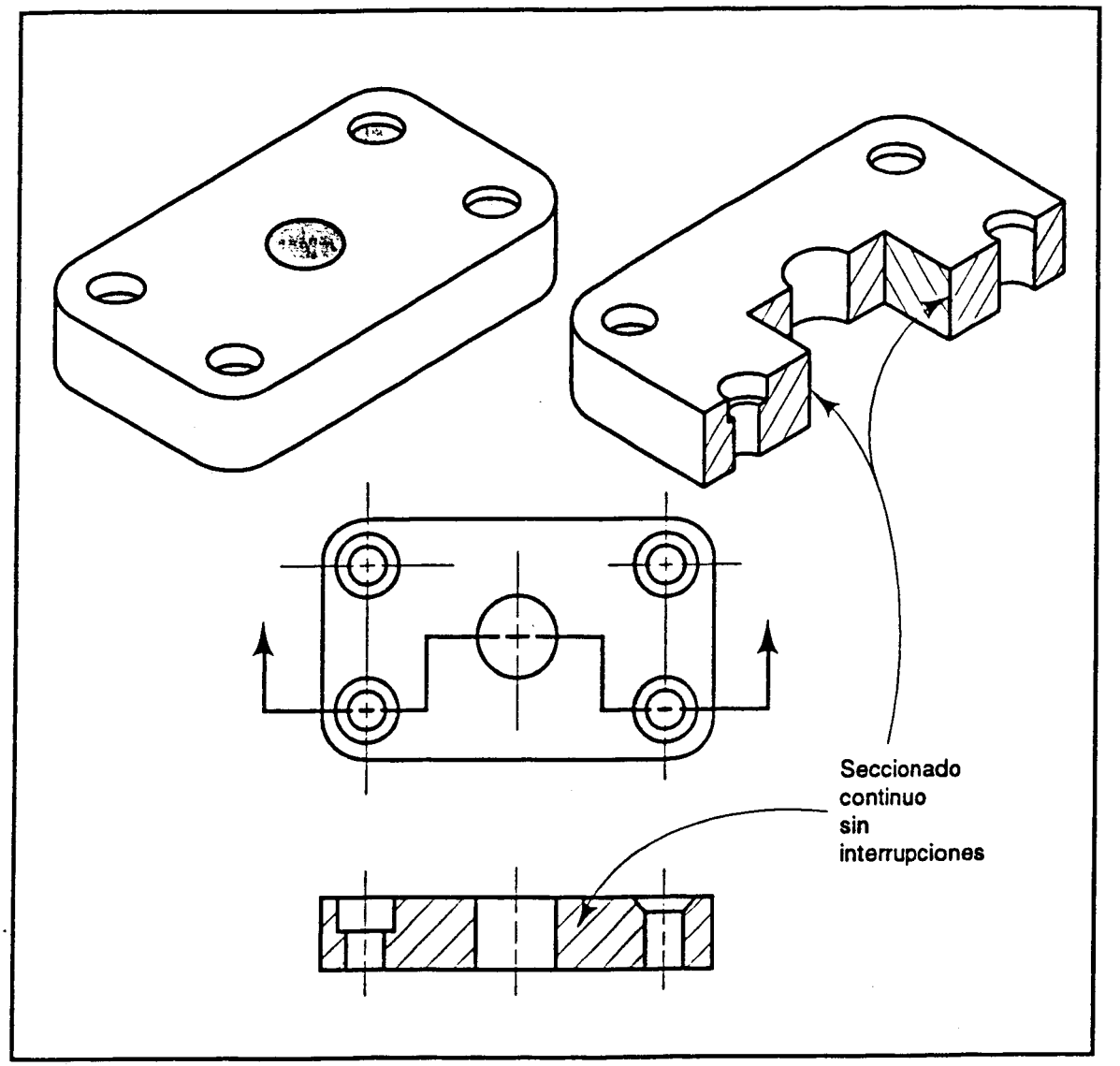


Figura 13.24. Sección desviada

SECCIÓN GIRADA

En este tipo de sección se efectúa un "supuesto giro" de algún detalle cortado por la línea de plano de corte, hacia el eje más próximo de la vista; esto con el objeto de que la vista seccionada quede más entendible. Un corte a 120°, como lo muestran las figuras 13.25 y 13.26, que justifican el uso de este tipo de giro.

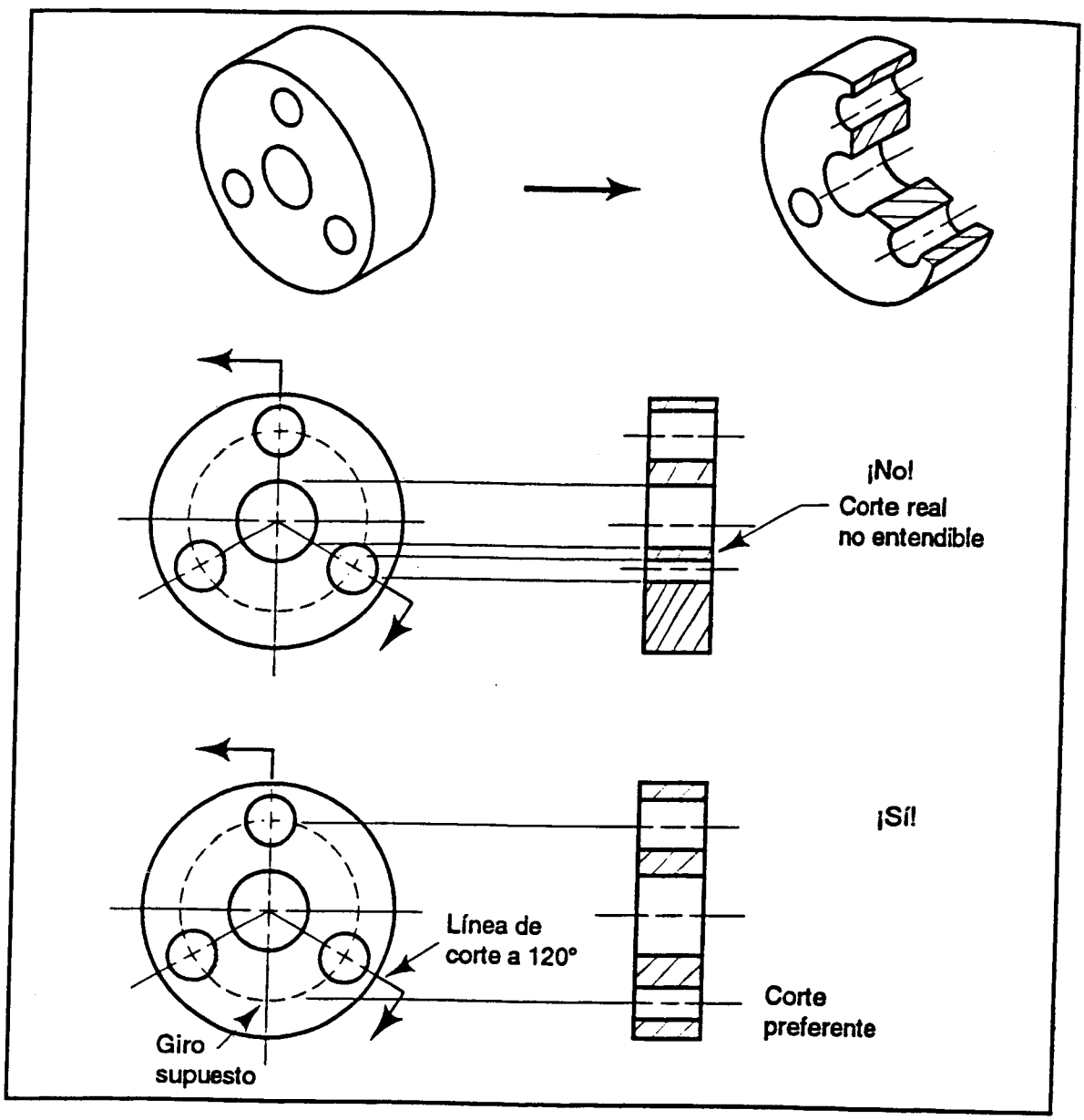


Figura 13.25. Sección girada

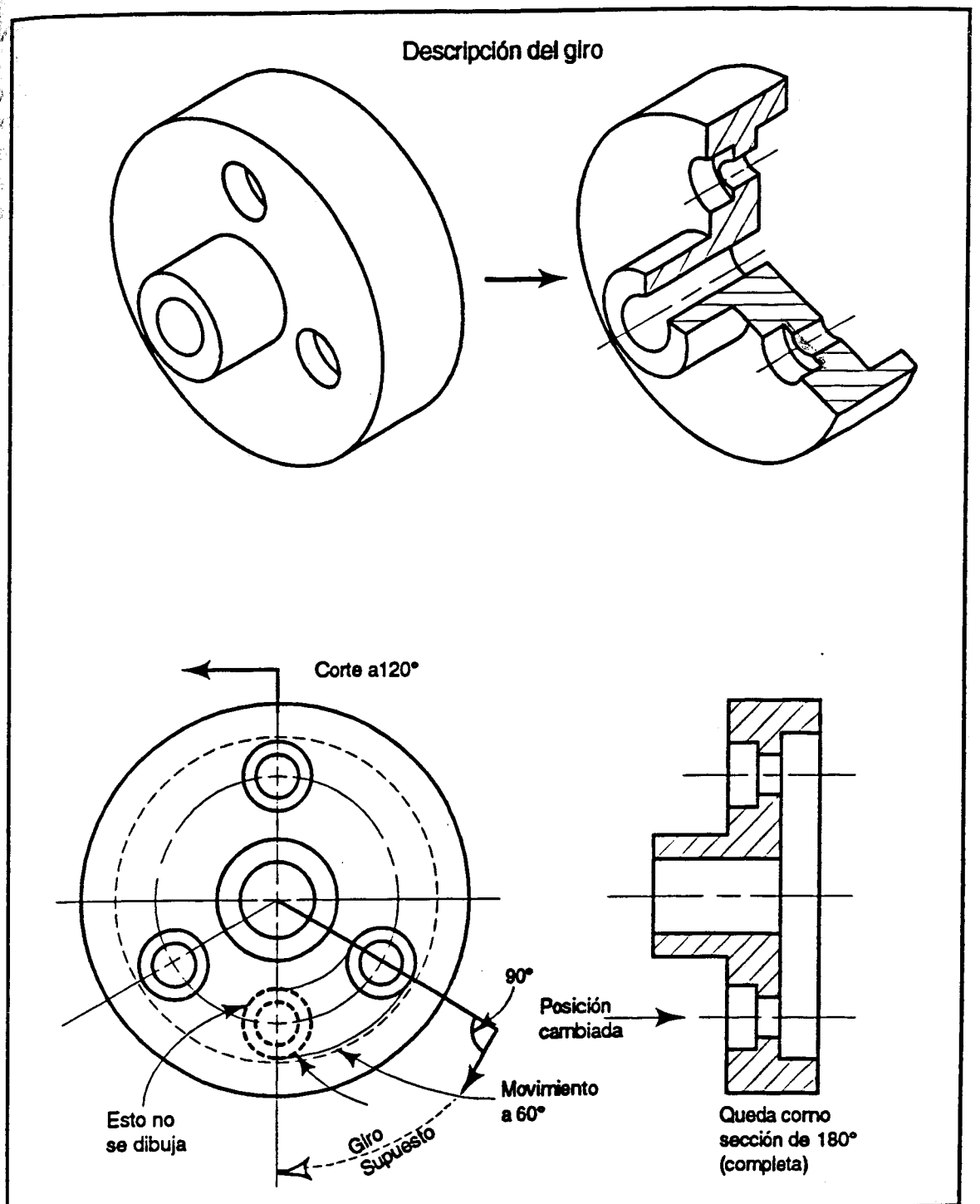


Figura 13.26. Sección girada

LAS NERVADURAS EN EL SECCIONADO

Las nervaduras o rayos son una especie de "apoyo" que se utiliza en piezas de mucho volumen para reducir el peso de ésta sin que se le reste rigidez a la misma. En virtud de que las nervaduras son de espesor reducido, no se permite que en un corte sean seccionadas con el fin de evitar la confusión de que el hueso de dicha nervadura se interprete como algo que abarca toda la pieza; la figura 13.27 detalla estas cuestiones.

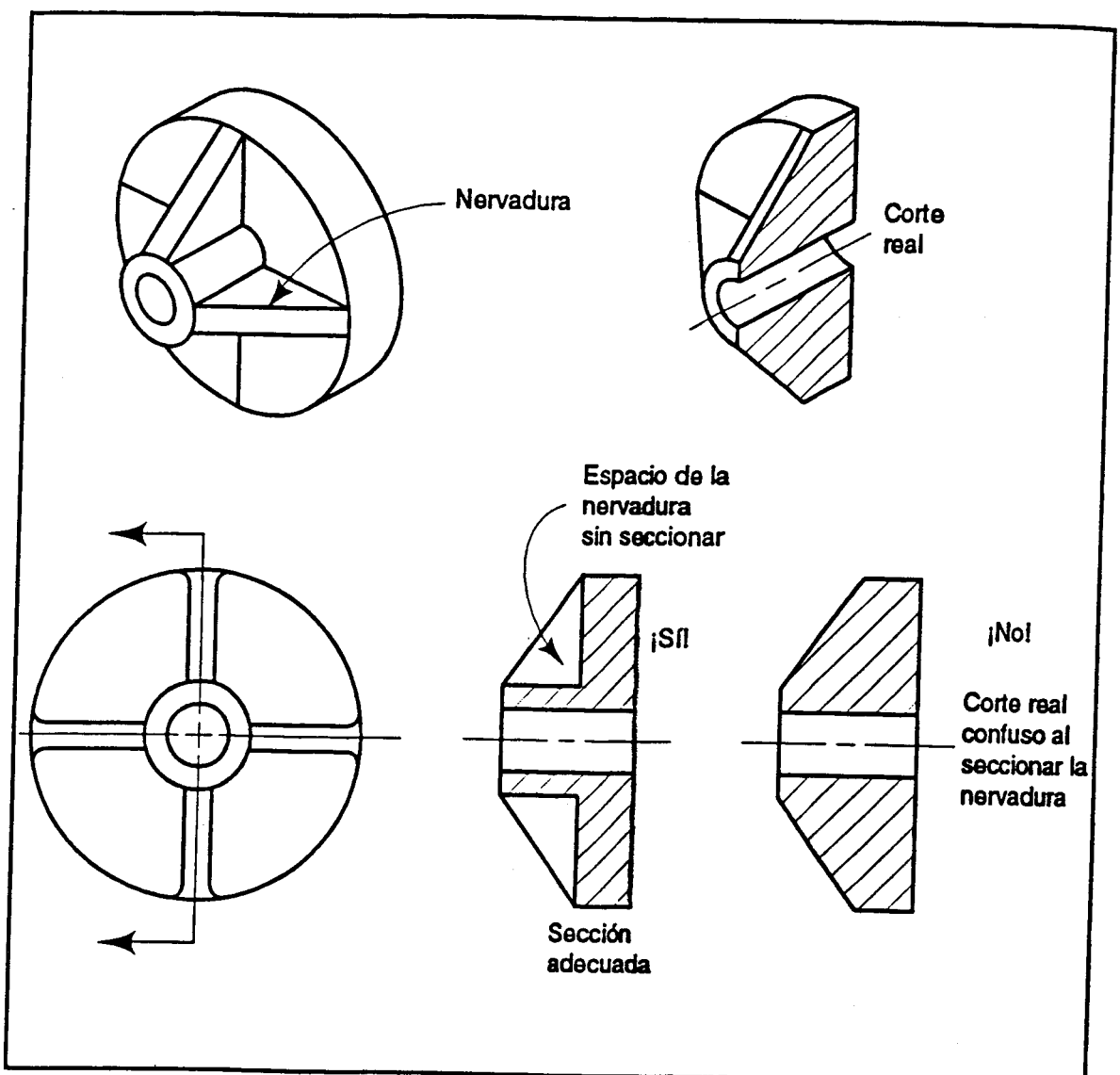


Figura 13.27. Nervaduras no seccionadas

AS NERVADURAS EN LOS GIROS

En el seccionado siempre hay que proponerse que el dibujo sea práctico y entendible; es por ello que en ocasiones este tema parece contradecirse como en el caso que a continuación se describe.

En algunos casos es permisible "cortar" y girar aún sin que lo indique la línea de plano de corte, esto se interpreta como una forma de giros automáticos prácticos que convierten al dibujo en una simple y entendible sección completa. La figura 13.28 muestra las nervaduras de los giros.

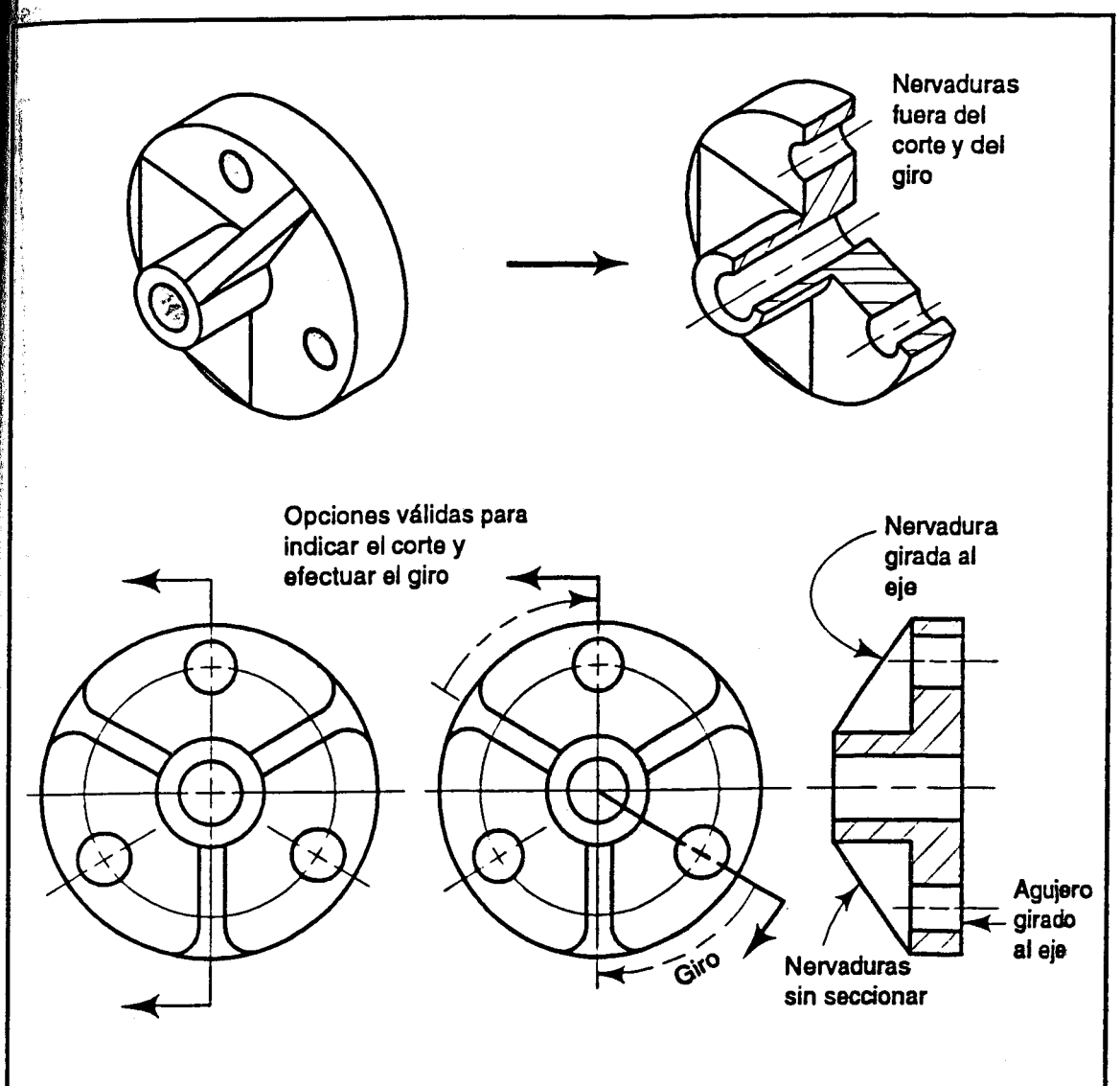


Figura 13.28. Giros de nervaduras

SECCIÓN TRANSVERSAL O FANTASMA

Esta es una variante de la sección girada, sólo que se efectúa en una forma más directa en la que la línea de plano de corte no interviene figura (13.29).

Este tipo de sección es muy aplicable en rayos o nervaduras, así como en piezas de forma variada con gran longitud. La técnica de la sección transversal o fantasma consiste en *cortar, girar y empalmar* la forma de un detalle interno y que éste se muestre de frente. El empalme se puede realizar sobre la vista o con una separación efectuada con línea de rotura.

Como puede apreciarse en los ejemplos anteriores, la sección fantasma es

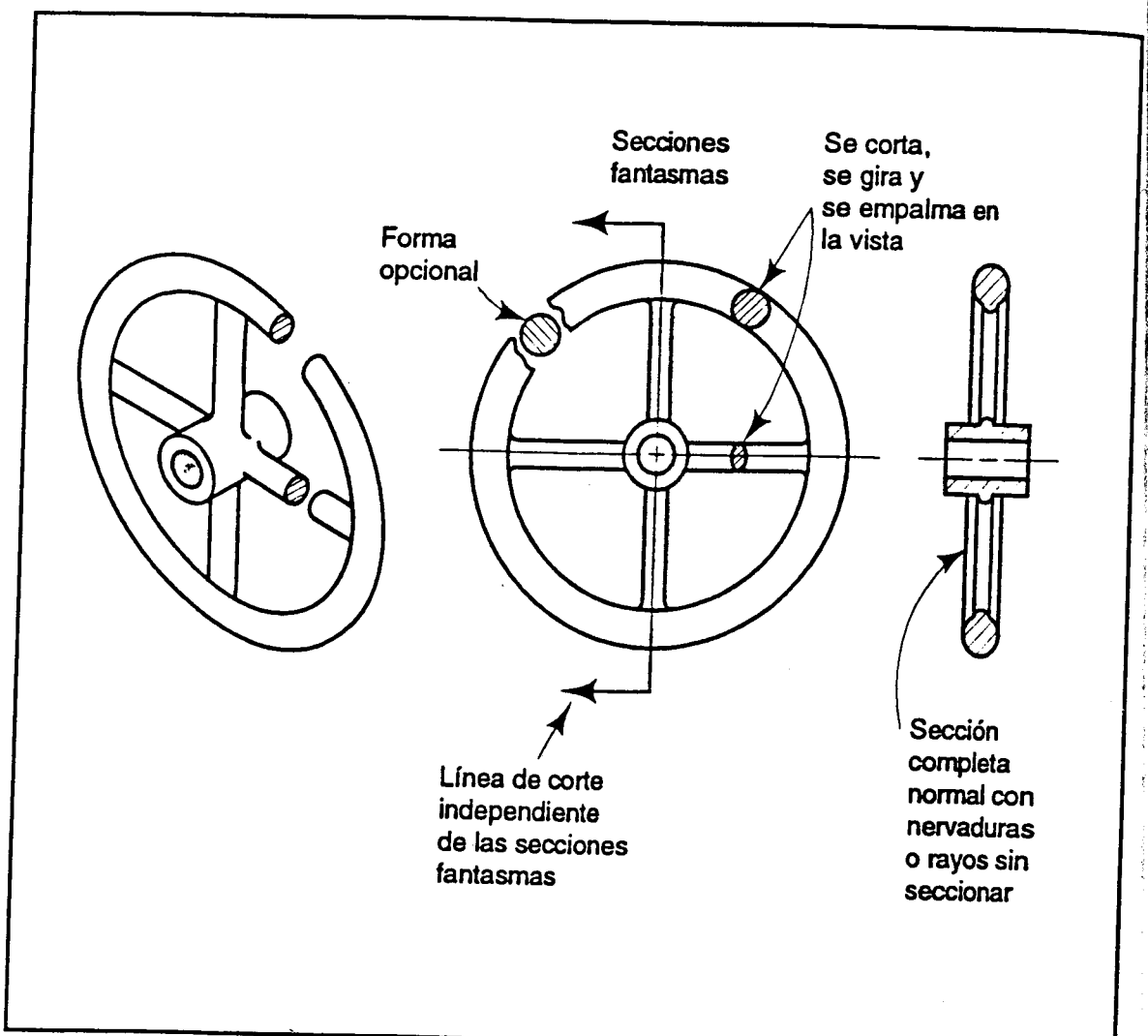


Figura 13.29. Sección transversal o fantasma

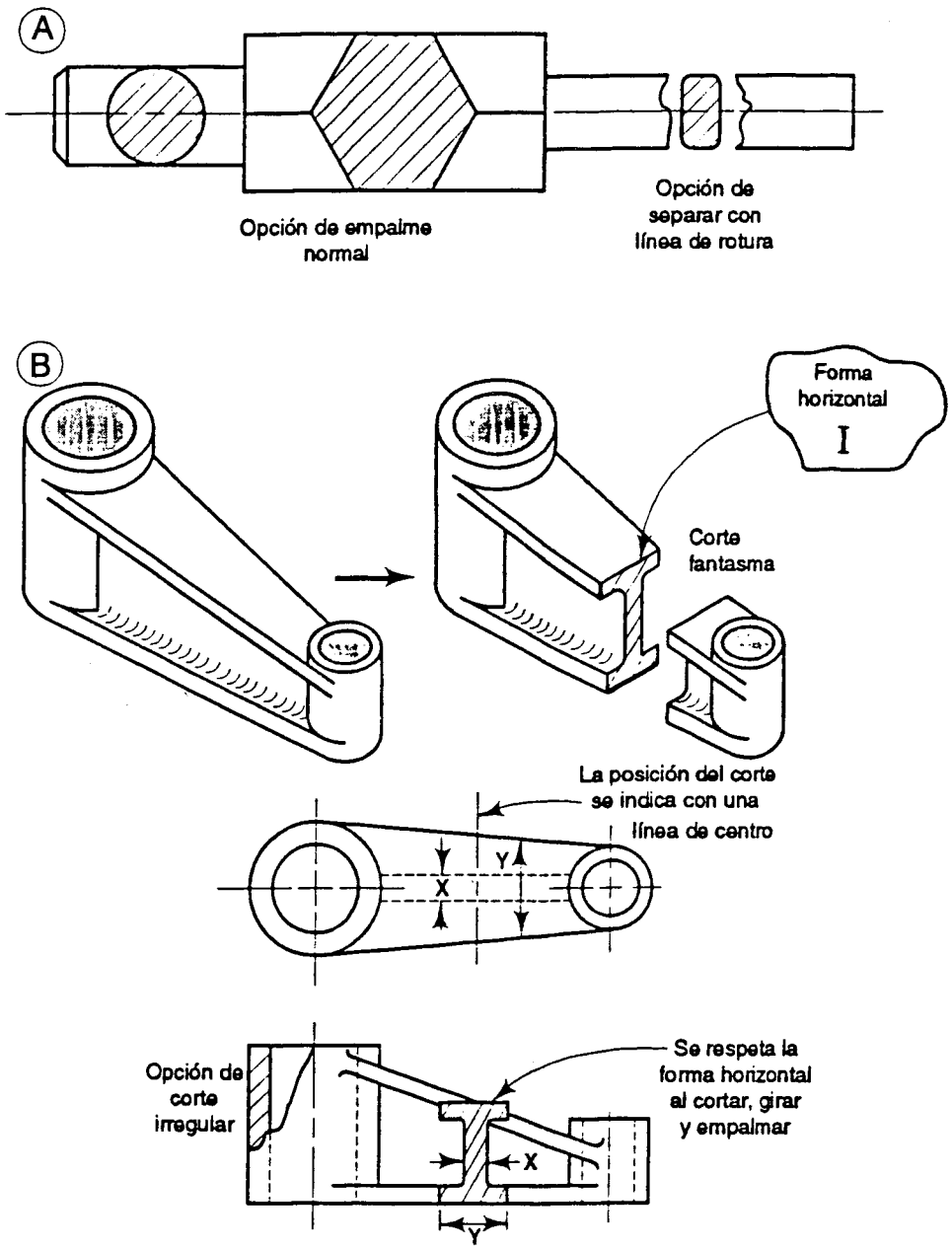


Figura 13.30. Ejemplos de sección fantasma

una opción muy útil en formas irregulares internas que se pueden fabricar mediante un proceso de fundición. El ejemplo *B* de la figura 13.30 muestra lo práctico de esta sección al momento de dibujarla e interpretarla, ya que si el dibujo de dicha pieza se hubiera realizado en la forma ortogonal normal, la vista lateral derecha no hubiera representado claramente la forma de "uno romano" que tiene el detalle en cuestión. Sin embargo, si no se sigue la técnica de cortar, girar y empalmar adecuadamente se puede caer en errores de trazado que complicarían la interpretación del dibujo. (Ver figura 13.31 y 13.32.)

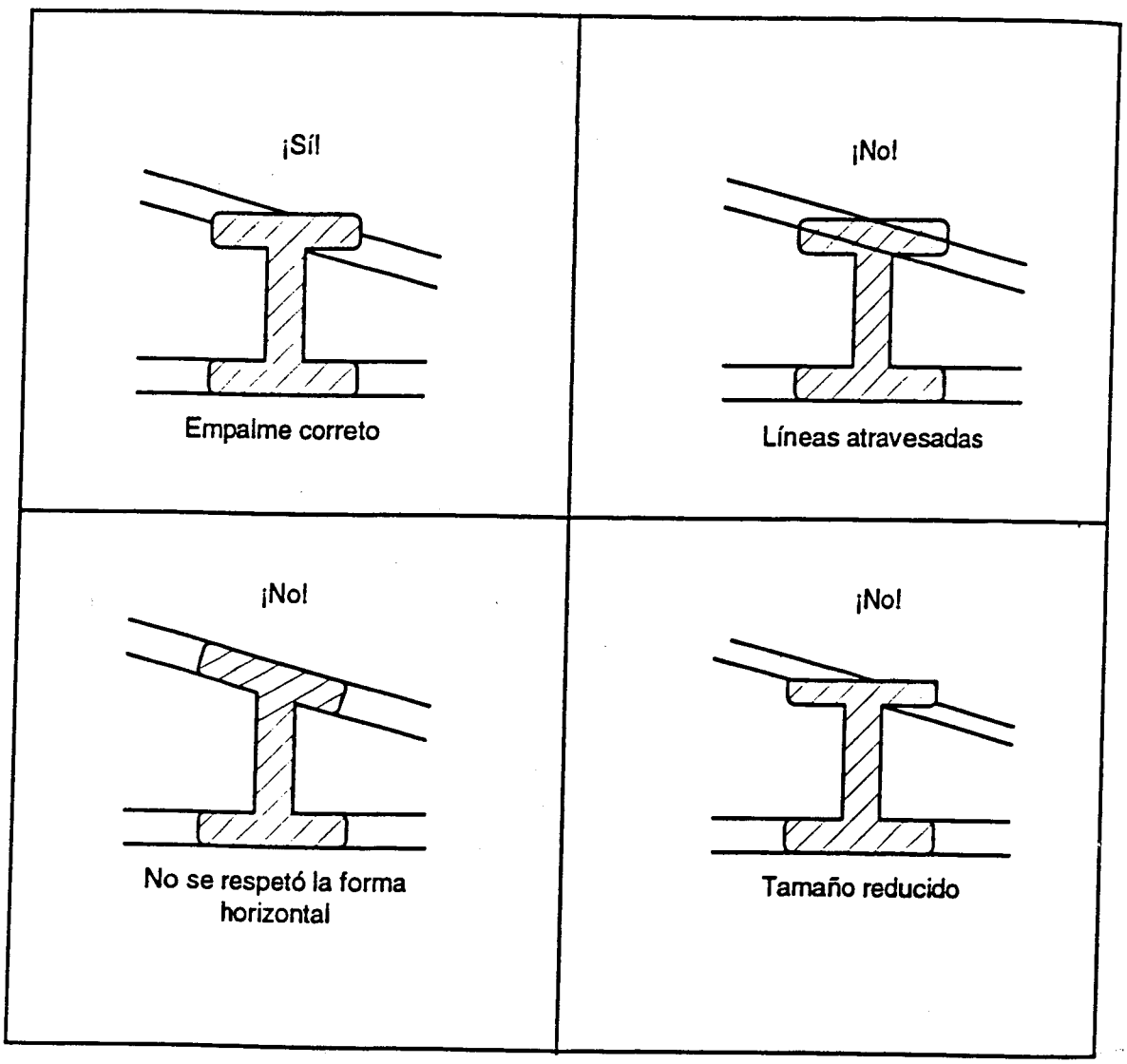


Figura 13.31. Errores en sección fantasma

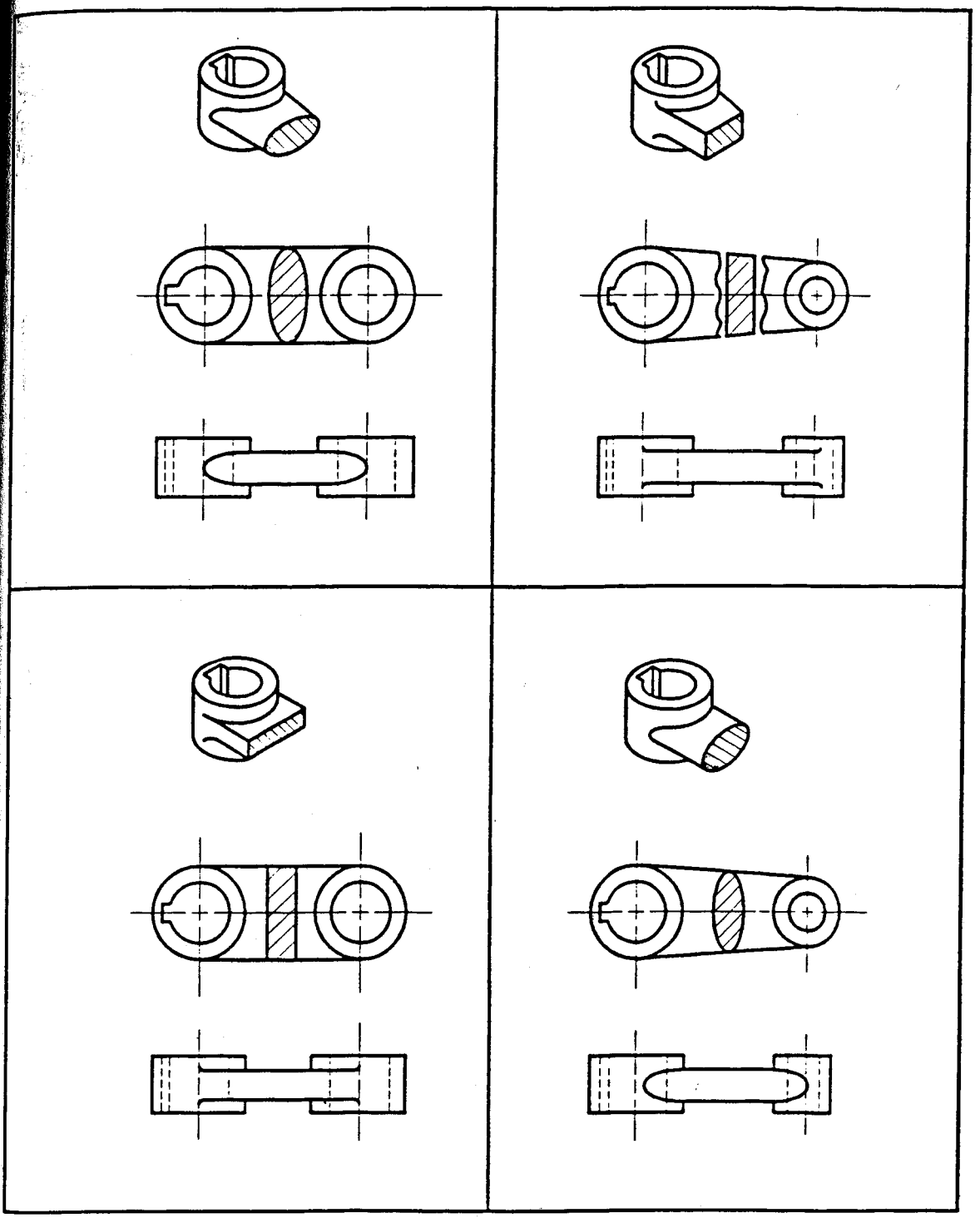


Figura 13.32. Secciones fantasma en vista superior

SECCIONES DESPLAZADAS

Las secciones desplazadas constituyen secciones independientes que se indican en una vista, cada una con su línea de plano de corte y "nombre clave", para luego poder "desplazar" o mover dicha sección hacia otro lugar del plano. El nombre clave que se le da a la sección se basa en iniciales o siglas para identificar el detalle en la periferia del plano. Las secciones desplazadas se utilizan en piezas complejas que una sección completa ordinaria no abarcaría en todos sus detalles. (Ver figura 13.33.)

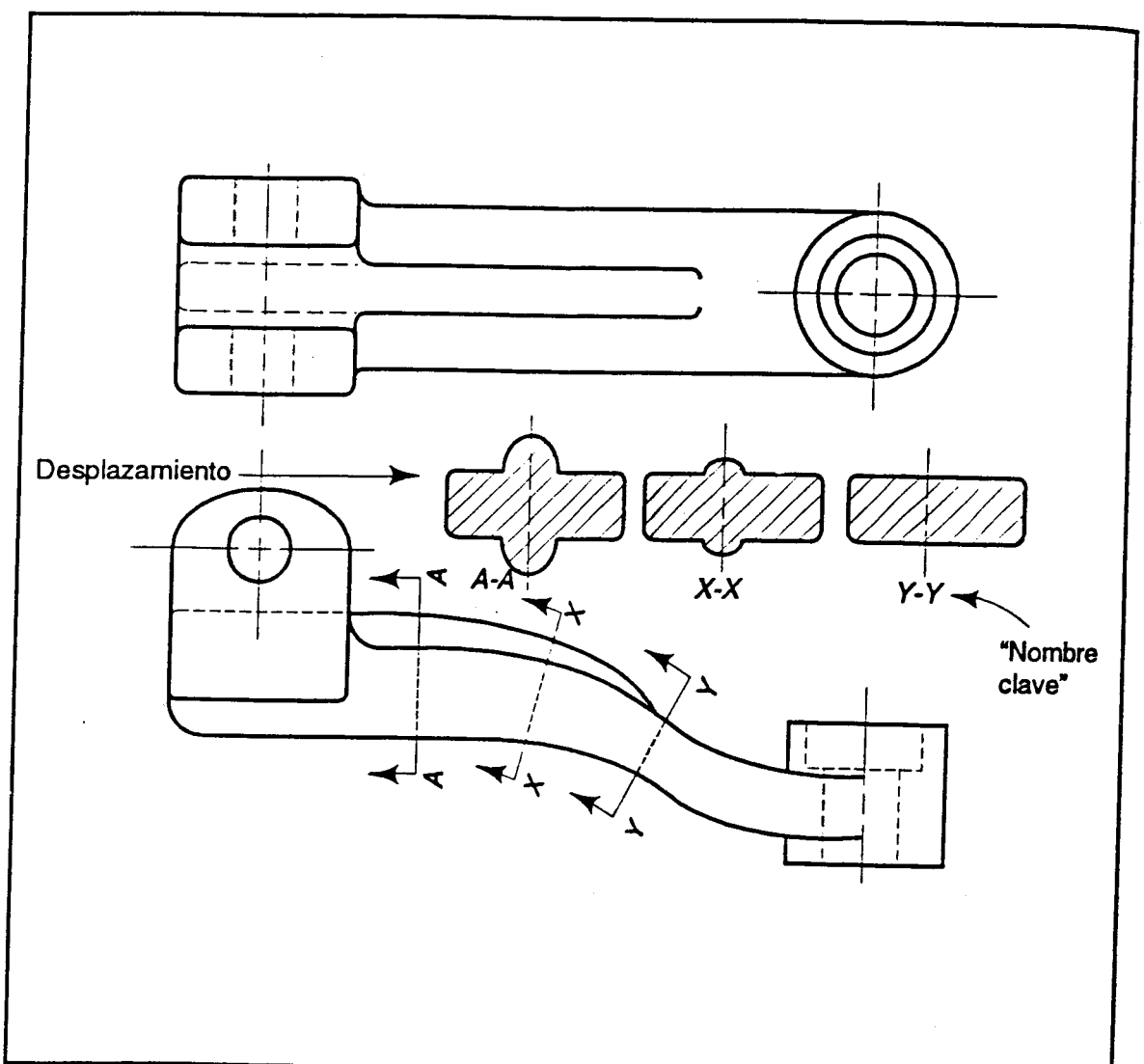


Figura 13.33. Secciones desplazadas

SECCIÓN AUXILIAR

No forma parte de la clasificación de secciones ya que sólo es una variante geométrica dentro de este tema en donde se puede cambiar un corte con la técnica geométrica de proyectar perpendicularidad y paralelismo.

Esto nos da una vista auxiliar en forma de sección desplazada, como se muestra en la figura 13.34.

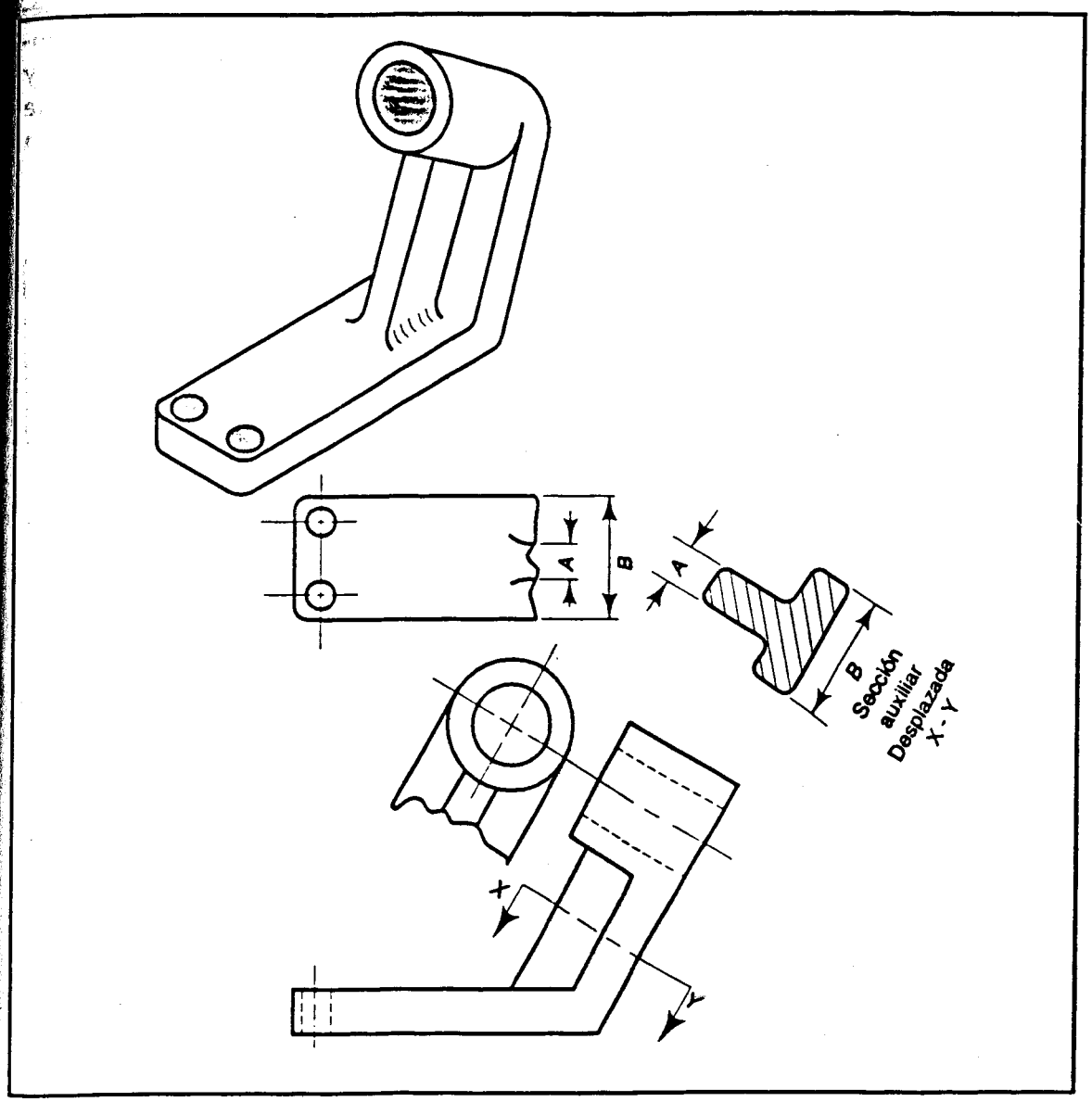


Figura 13.34. Sección auxiliar

EJERCICIOS

Las siguientes piezas deberán dibujarse con las vistas necesarias y empleando el tipo de sección que más convenga en cada caso.

Aunque algunas isometrías vienen representadas en corte a 90°, esto no significa que forzosamente se tenga que manejar en media sección; lo anterior se representa de esta forma para apreciar el interior y el exterior del objeto y discernir la sección más conveniente para la pieza.

Los ejercicios deberán ir acotados y con todas las especificaciones necesarias para su fabricación.

Nota:

Es muy importante que en los dibujos de piezas o partes de pieza fabricados mediante un proceso de fundición, se dibujen y especifiquen los filetes interiores y exteriores redondeados. Esto se puede efectuar a un radio entre 2 y 4mm, según las dimensiones de la pieza.

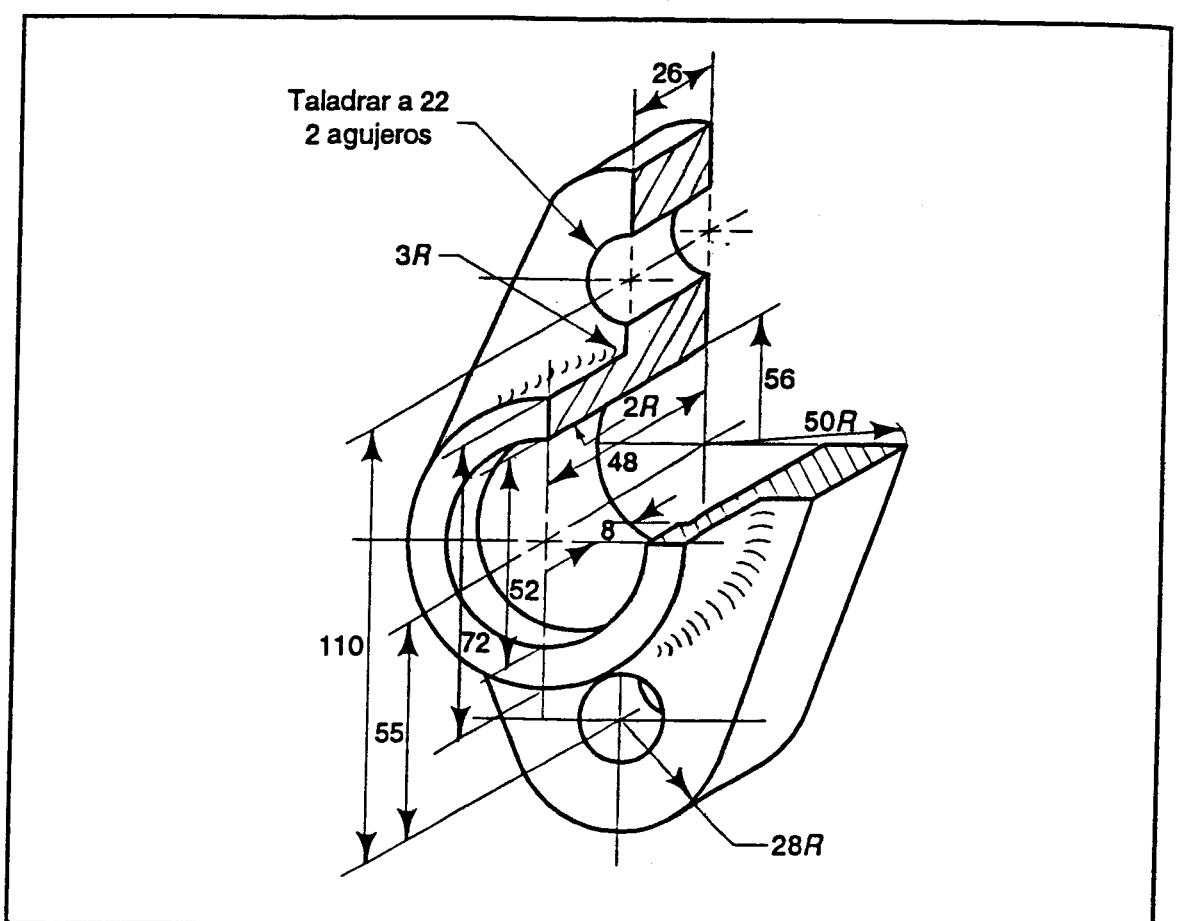


Figura 13.35. Acoplador

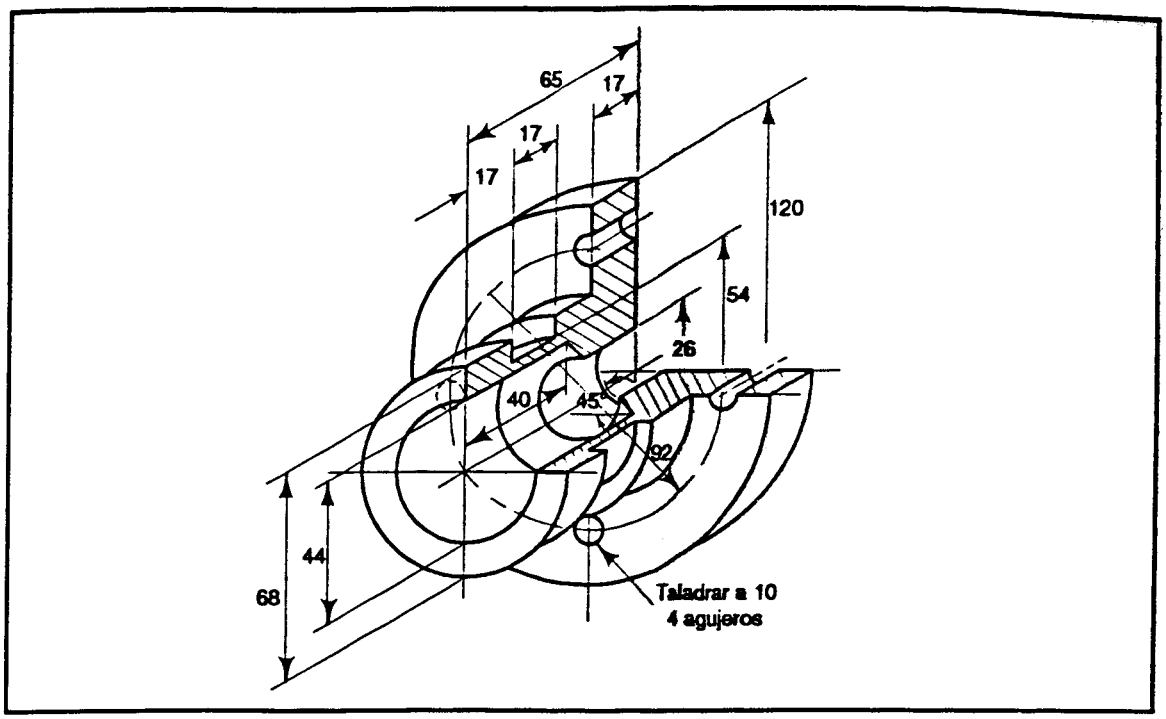


Figura 13.36. Tapa fija

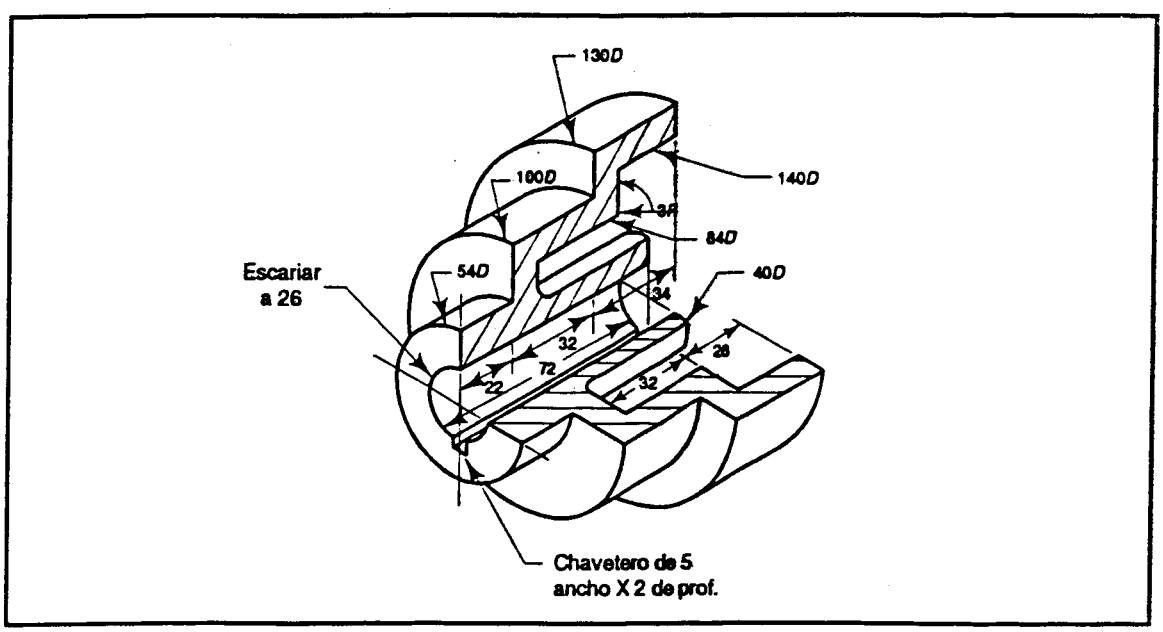


Figura 13.37. Polea escalonada

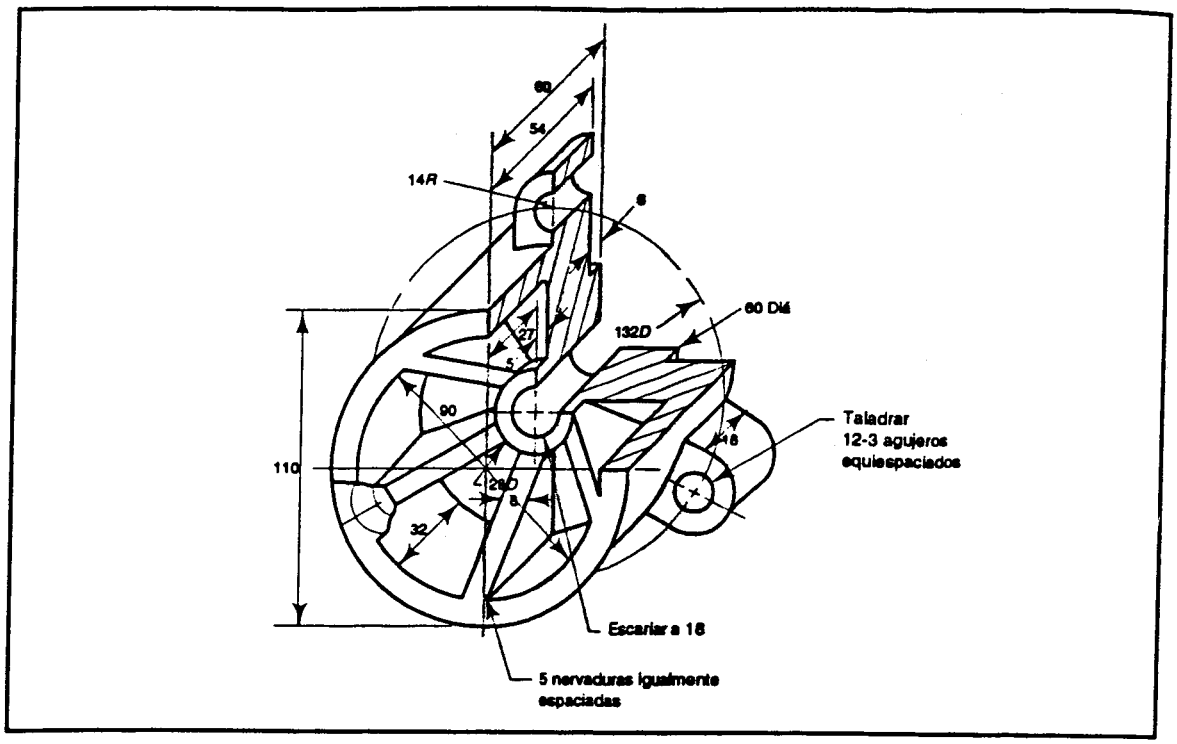


Figura 13.38. Apoyo de guía

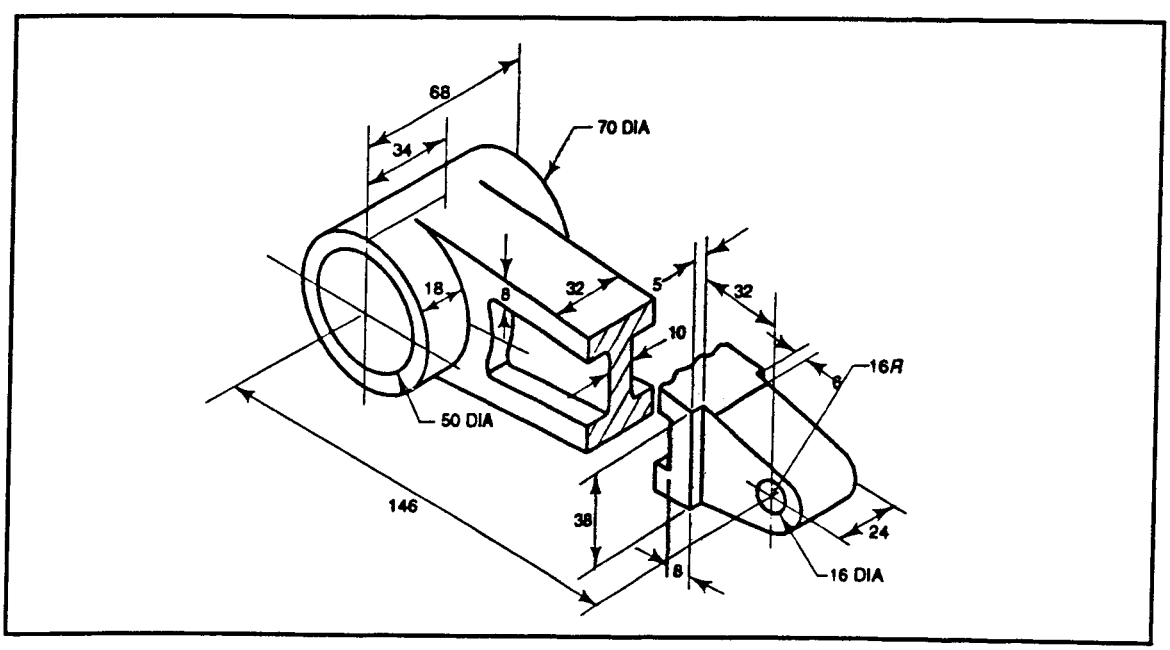


Figura 13.39. Eslabón fijo

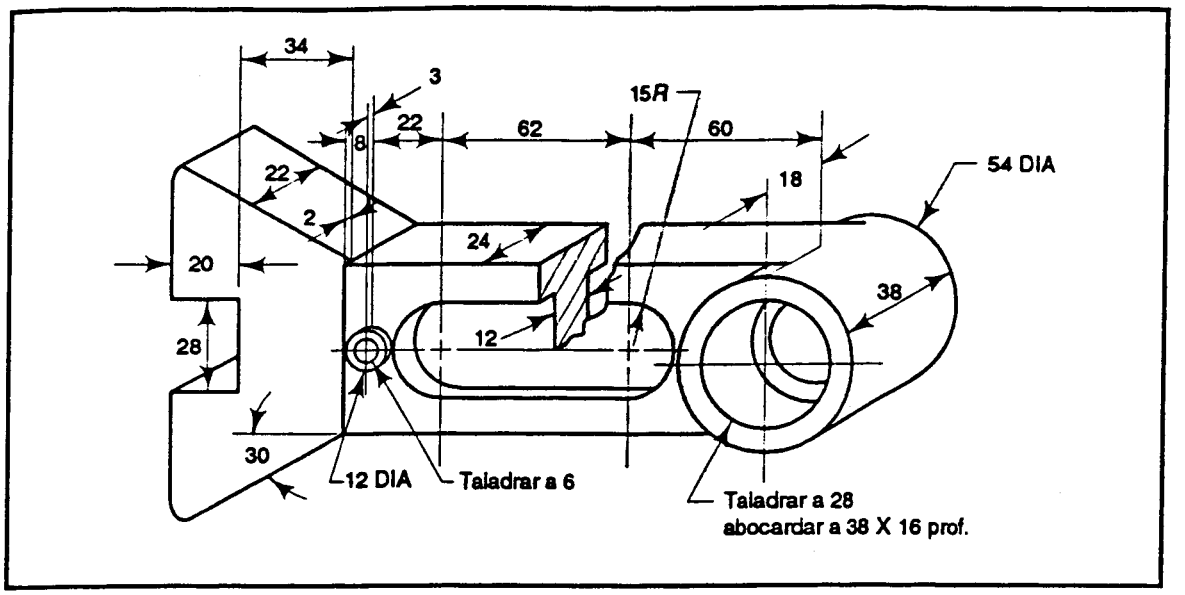


Figura 13.40. Soporte guía

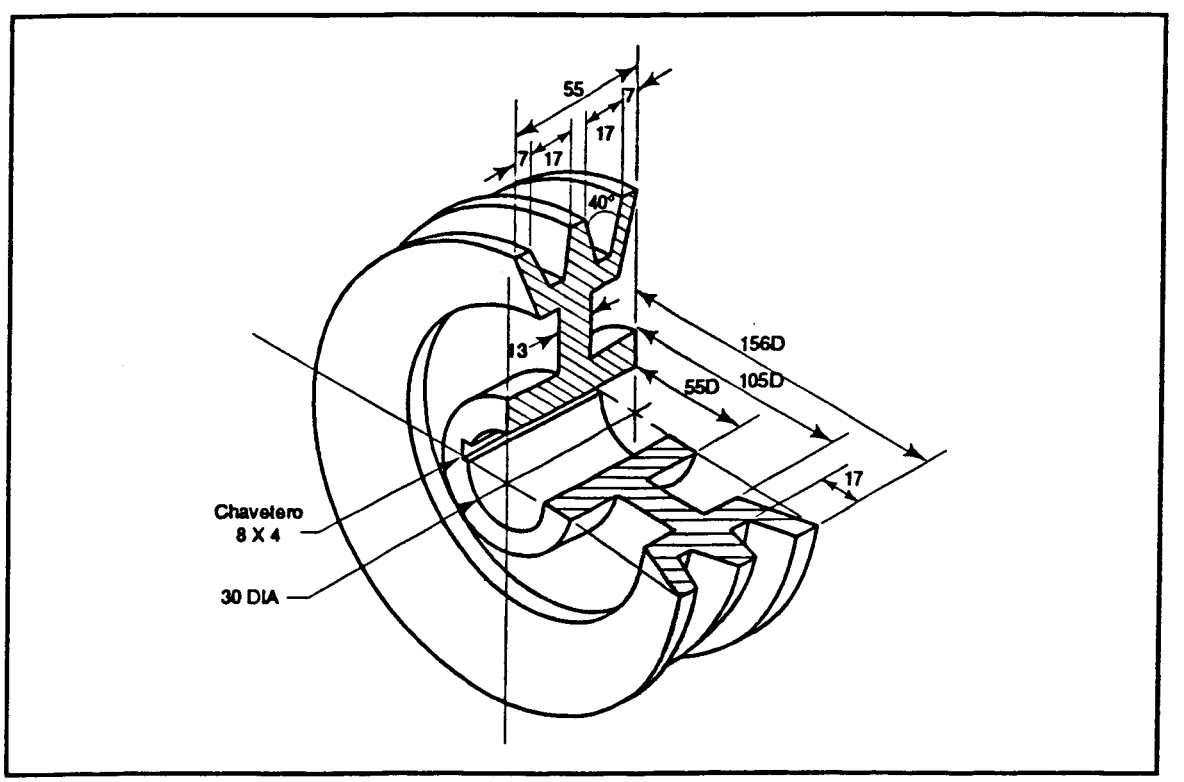


Figura 13.41. Polea en "V"

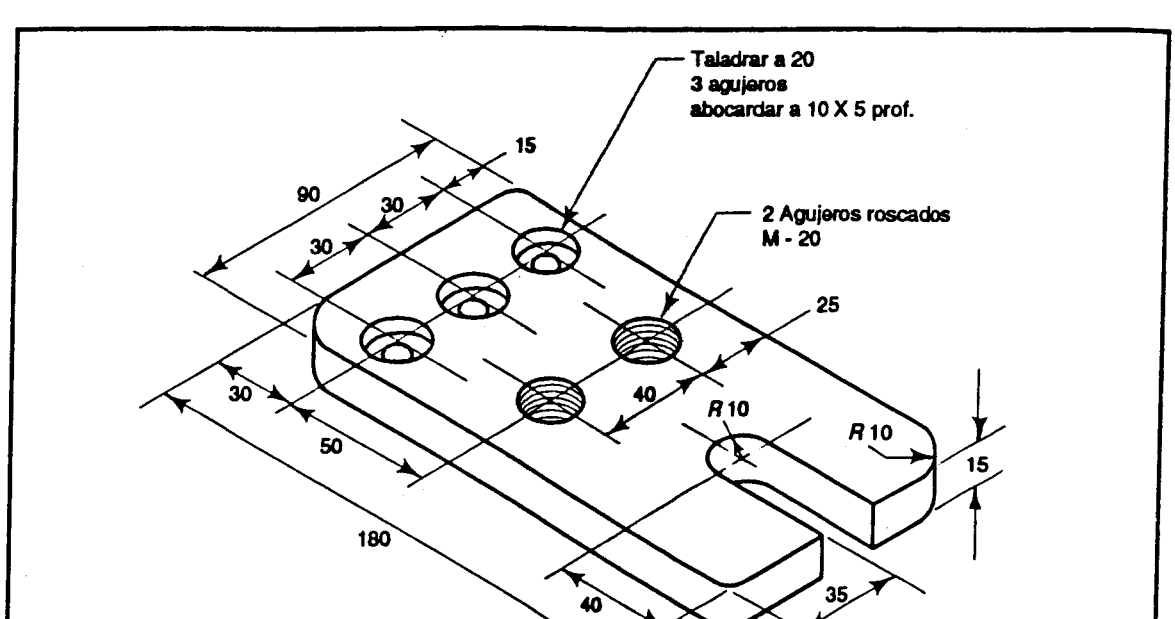


Figura 13.42. Volante

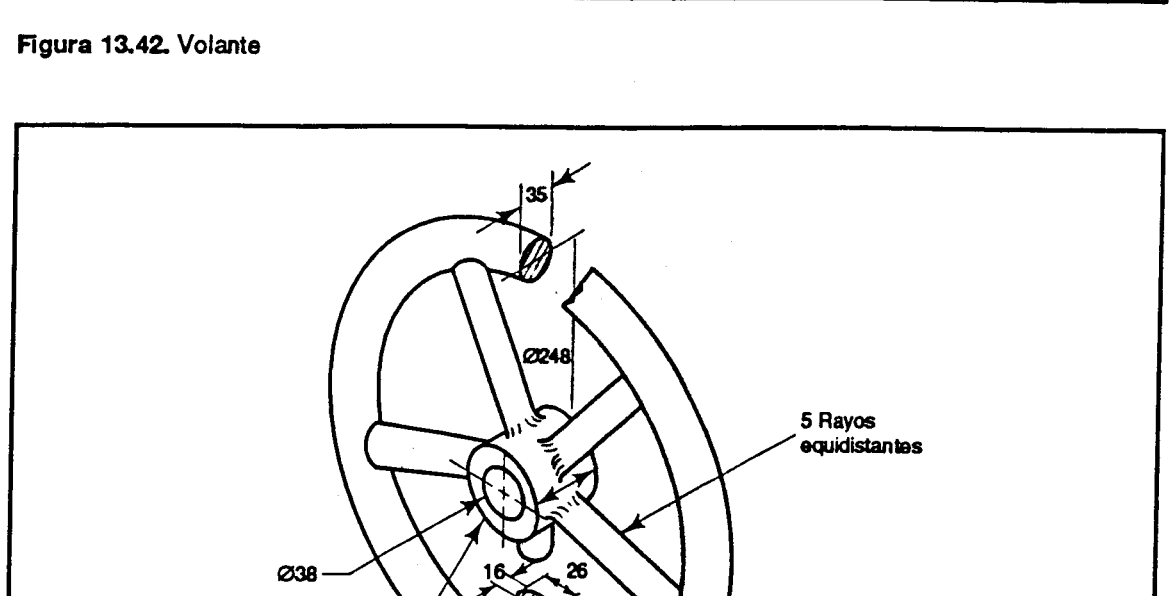


Figura 13.43. Volante fijo

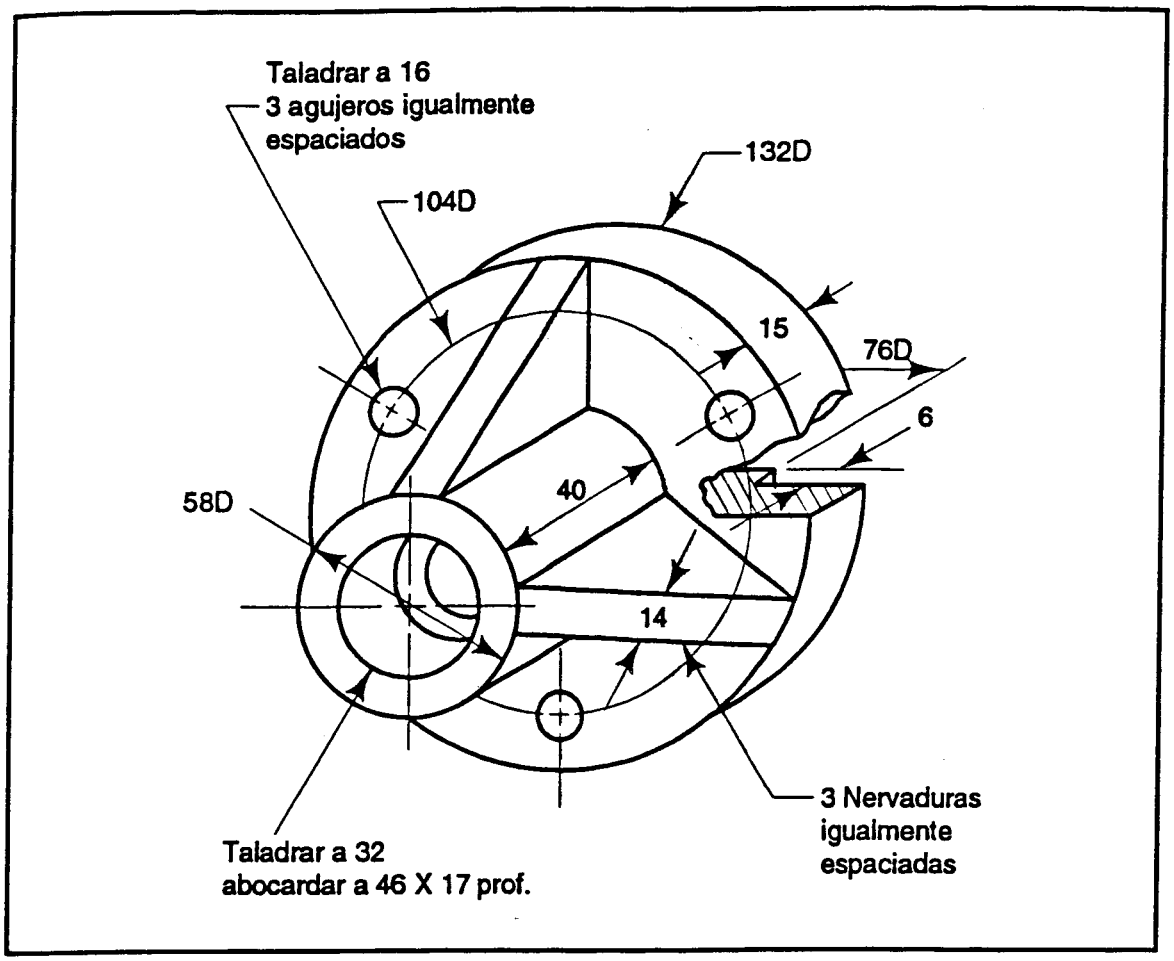


Figura 13.44. Guía terminal

Capítulo 14

ELEMENTOS DE SUJECIÓN Y FIJACIÓN

Para lograr detallar adecuadamente el dibujo de un mecanismo en conjunto es necesario dibujar en detalle cada uno de sus elementos mediante el sistema de proyección más pertinente para cada caso: sin embargo, aparte de las piezas clave que conforman lo más importante del mecanismo, existen las piezas "auxiliares" estandarizadas que dan el "acomodo" final en el ensamble del conjunto. Este tipo de partes son llamados elementos de sujeción y fijación; por ejemplo, tornillos, pernos, arandelas, cuñas, etc., que serán tratados en este capítulo con el fin de conocer su forma correcta de representación y especificación.

Inicialmente recordemos mediante la figura 14.1 los diferentes tipos de roscas que hay, así como las partes que conforman una de éstas para facilitar el análisis, cálculos y dibujo de las mismas.

REPRESENTACIÓN DE ROSCAS

Una rosca puede ser representada en forma detallada, esquemática o simplificada.

La forma detallada es poco usual debido al tiempo que se lleva trazar cada uno de sus filetes, representando su forma geométrica; sin embargo, en algunos diseños importantes es necesario representarla así. La figura 14.2 muestra la secuencia geométrica que hay que efectuar para el trazado de una rosca de 60° en detalle.

Las formas de representación esquemática (líneas verticales) y simplificada (profundidad con línea oculta), son las más utilizadas por lo práctico y rápido de su trazado. En la primera parte de este texto, en las figuras 11.2 y 11.3 se detallan estas formas de representación.

La figura 2.3 profundiza los conceptos de trazado de rocas interiores de proyección normal y seccionada en sus formas simplificadas y esquemáticas.

ROSCA MÉTRICA ISO

ISO significa Organización Internacional para la Estandarización.

La especificación de las roscas métricas ISO se efectuarán usando sólo la desig-

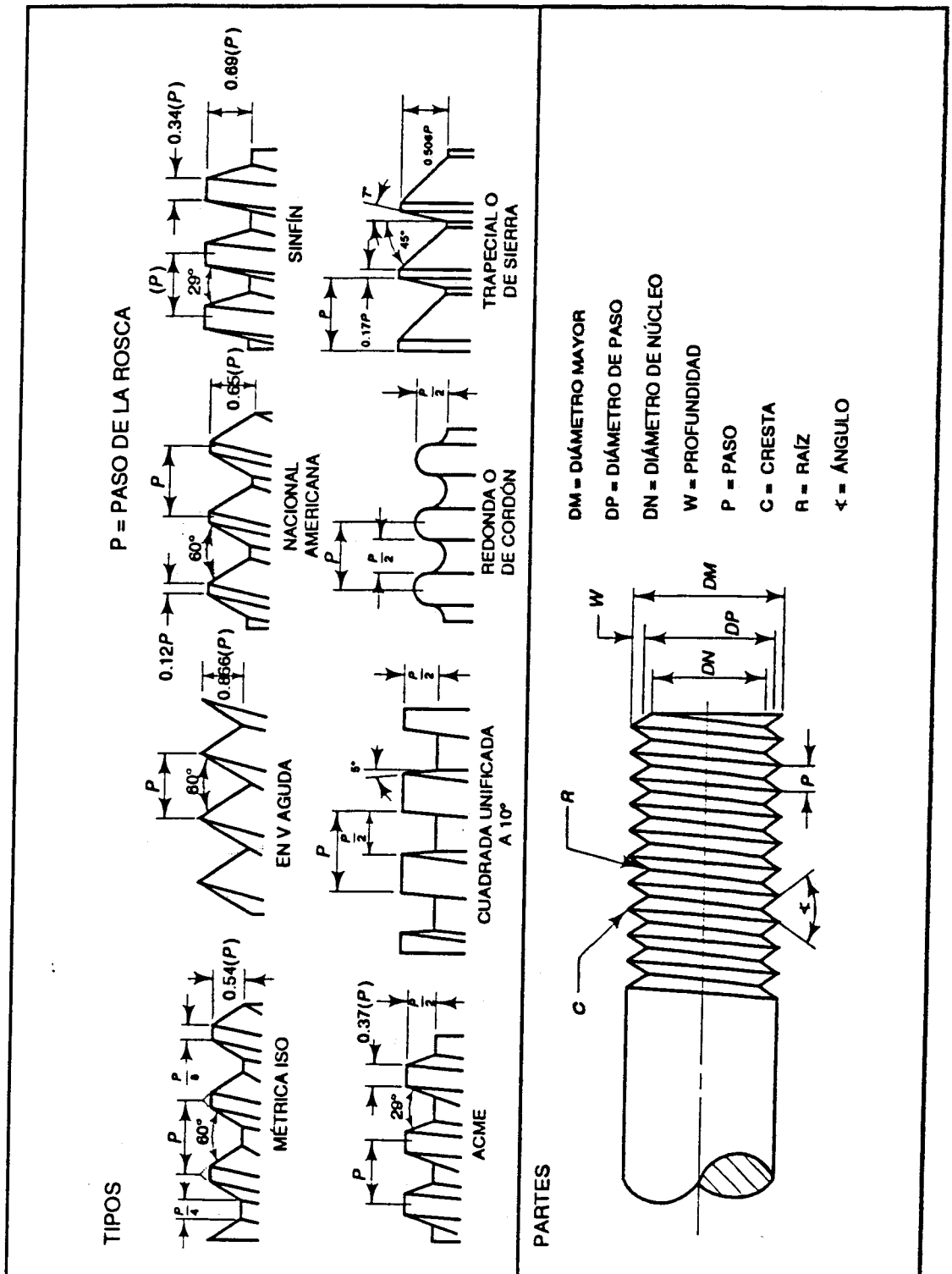


Figura 14.1. Tipos de roscas y nomenclatura

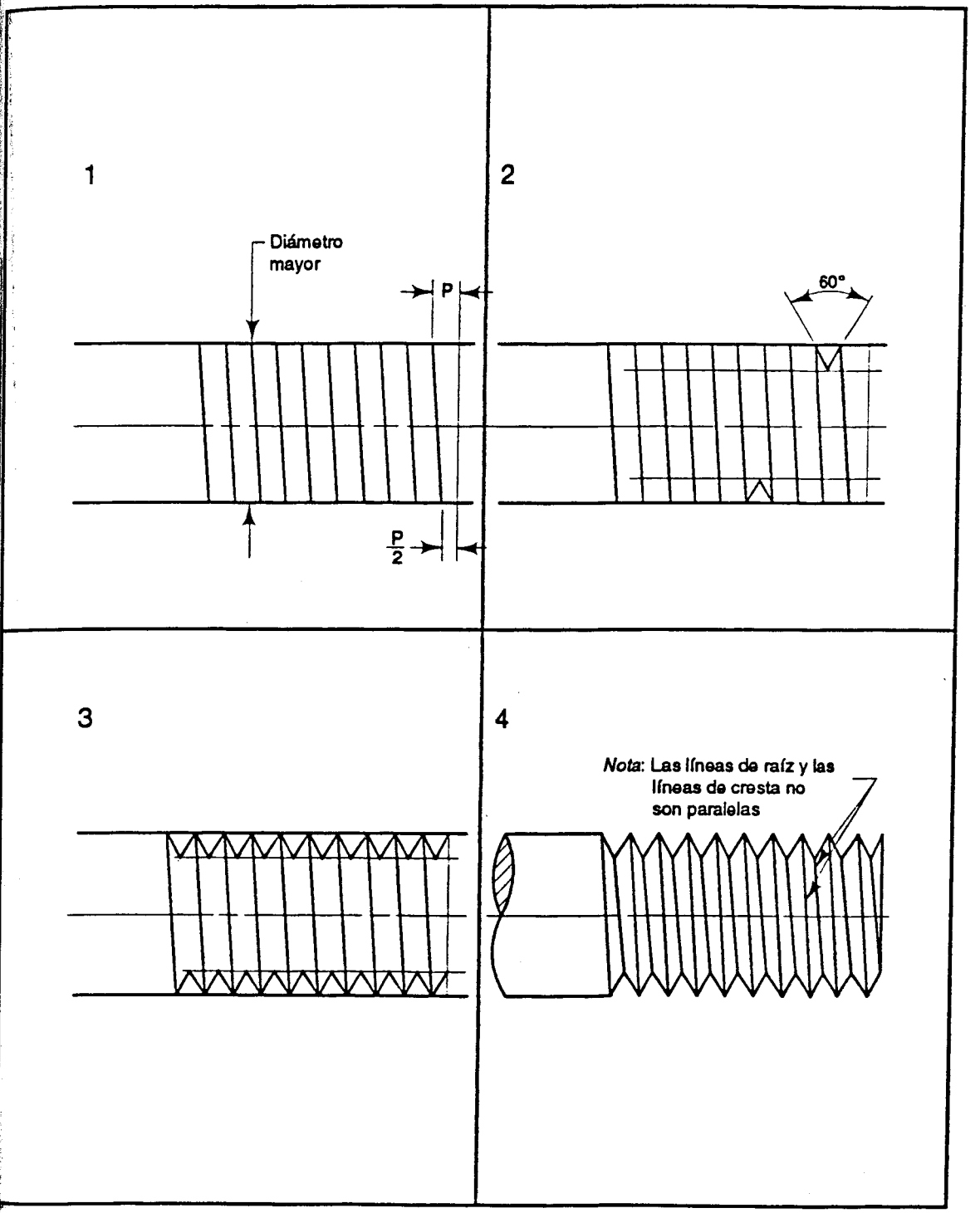


Figura 14.2. Pasos para dibujo detallado de rosca de 60°

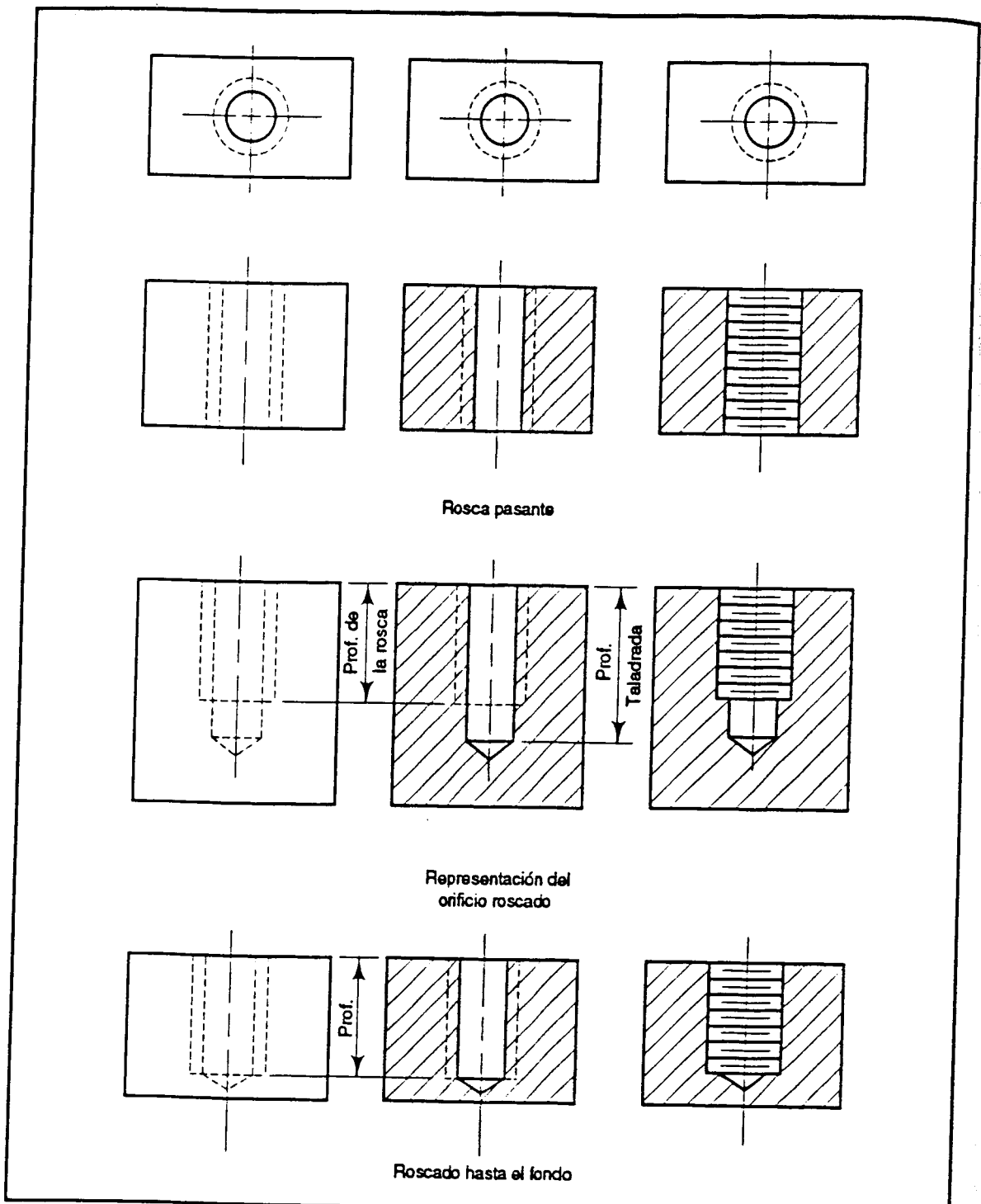
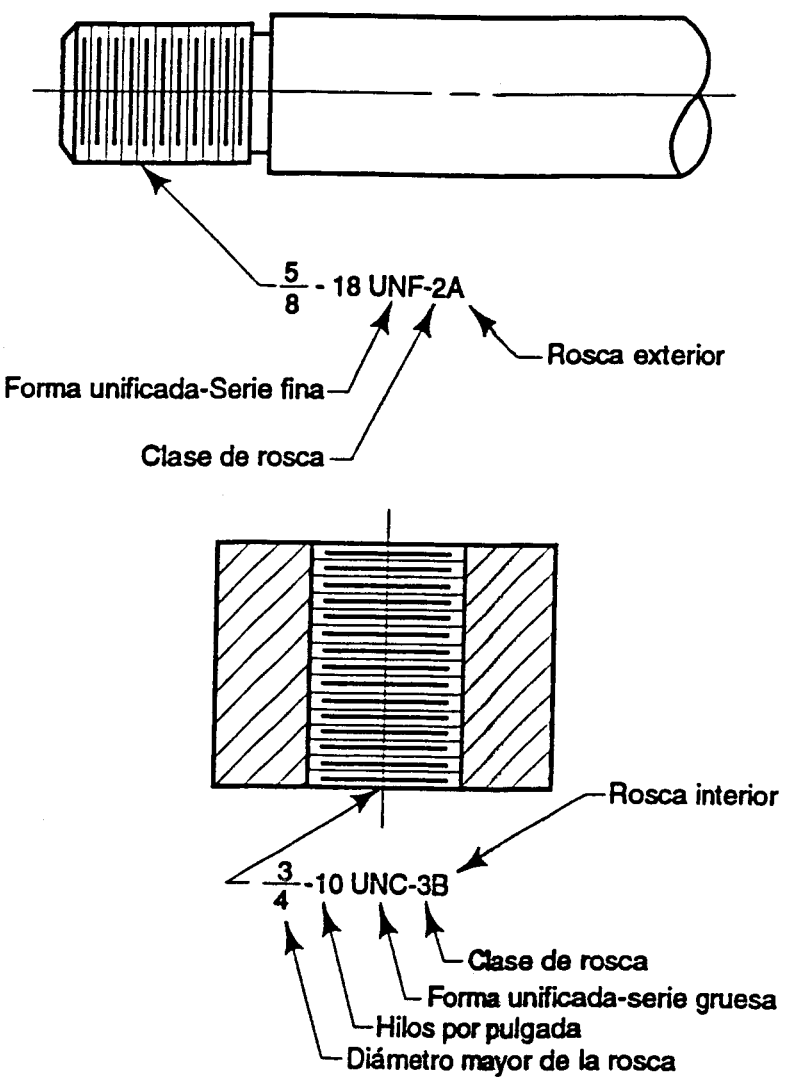


Figura 14.3. Representación esquemática y simplificada de roscas interiores

nación básica. Esta designación básica consiste en utilizar la letra M seguida del tamaño nominal (diámetro mayor en milímetros) seguido por el símbolo X para indicar el paso en milímetros (separándolo del diámetro).

DESIGNACIÓN PARA ROSCAS UNIFICADAS DE TORNILLO

Bajo el nuevo sistema unificado, las roscas se especifican dando el diámetro, número de hilos por pulgadas, las ini-



ura 14.5. Designación para roscas unificadas de tornillo

ciales de la serie (UNF, UNC, etc.) y la clase de rosca (1A, 1B, 2B, 2A, y 3B). La figura 14.4 ilustra dichas designaciones en roscas interior y exterior.

SERIES DE ROSCAS PARA TORNILLO, UNIFICADA Y AMERICANA

La serie de rosca gruesa se designa como UNC para tamaños mayores de 1/4 de pulgada (6.35 mm). Esta serie se recomienda para uso industrial.

La serie de rosca fina se designa como UNF para tamaños mayores de 1/4 de pulgada (6.35 mm). La rosca fina tiene mucho uso en las industrias aeronáutica y automotriz. La serie de rosca extrafina (UNEF y NEF) se emplea para trabajos en automóviles y aviones cuando se requiere un número máximo de hilos de rosca para una longitud dada.

La serie de 8 hilos de rosca (8N) es una serie de un paso uniforme adecuada para diámetros grandes. En ocasiones se emplean en lugar de la rosca gruesa para diámetros mayores de 1 pulgada (25.4 mm). Esta serie se emplea para juntas de alta presión.

La serie de 12 hilos (12 UN o 12 N) es una serie de pasos uniformes para usarse con diámetros grandes en roscas de paso mediano-fino. Se emplea como continuación de la rosca fina, para diámetros mayores de 1 1/2 pulgadas (38 mm).

La serie de 16 hilos (16 UN o 16 N) es una serie de paso uniforme para diámetros grandes que requieran de una rosca de paso fino. Es continuación de la serie extrafina para diámetros mayores de 2 pulgadas (50.8 mm).

CLASES DE ROSCA PARA TORNILLO, UNIFICADA Y AMERICANA

Las clases de rosca se clasifican según la cantidad de tolerancia y holgura permisible. Según el nuevo sistema unificado, las clases 1A, 2A, y 3A son aplicables sólo en las roscas exteriores; las clases 1B, 2B y 3B se aplican en las roscas interiores. Las clases 2 y 3 son empleadas con las series de rosca americana (NC, NF y N) que cubren los tamaños comprendidos desde cero hasta 6 pulgadas.

La clase 1A y 1B desplazan a la clase 1 de la antigua norma las clases 2A y 2B se establecieron como normas estándar para tornillos, pernos roscados y tuercas.

Las clases 3A y 3B se adoptan como nuevas clases de tolerancias.

ROSCAS A DERECHAS O A IZQUIERDAS

Una rosca a derecha es la que avanza en un agujero roscado cuando se le hace girar en el sentido de las manecillas del reloj. Una rosca a izquierda es la que avanza cuando se le hace girar en el sentido contrario. En un dibujo detallado se les puede distinguir fácilmente por la inclinación del filete de la rosca. El filete de rosca a la derecha sobre un vástago horizontal, se inclina siempre hacia arriba y a la izquierda (\) y un filete de rosca a la izquierda lo hace hacia arriba y a la derecha (/). Por lo regular, siempre que no se especifique otra cosa, se considera que la rosca es a la derecha. La rosca a la izquierda se especifica en el dibujo mediante la letra I.

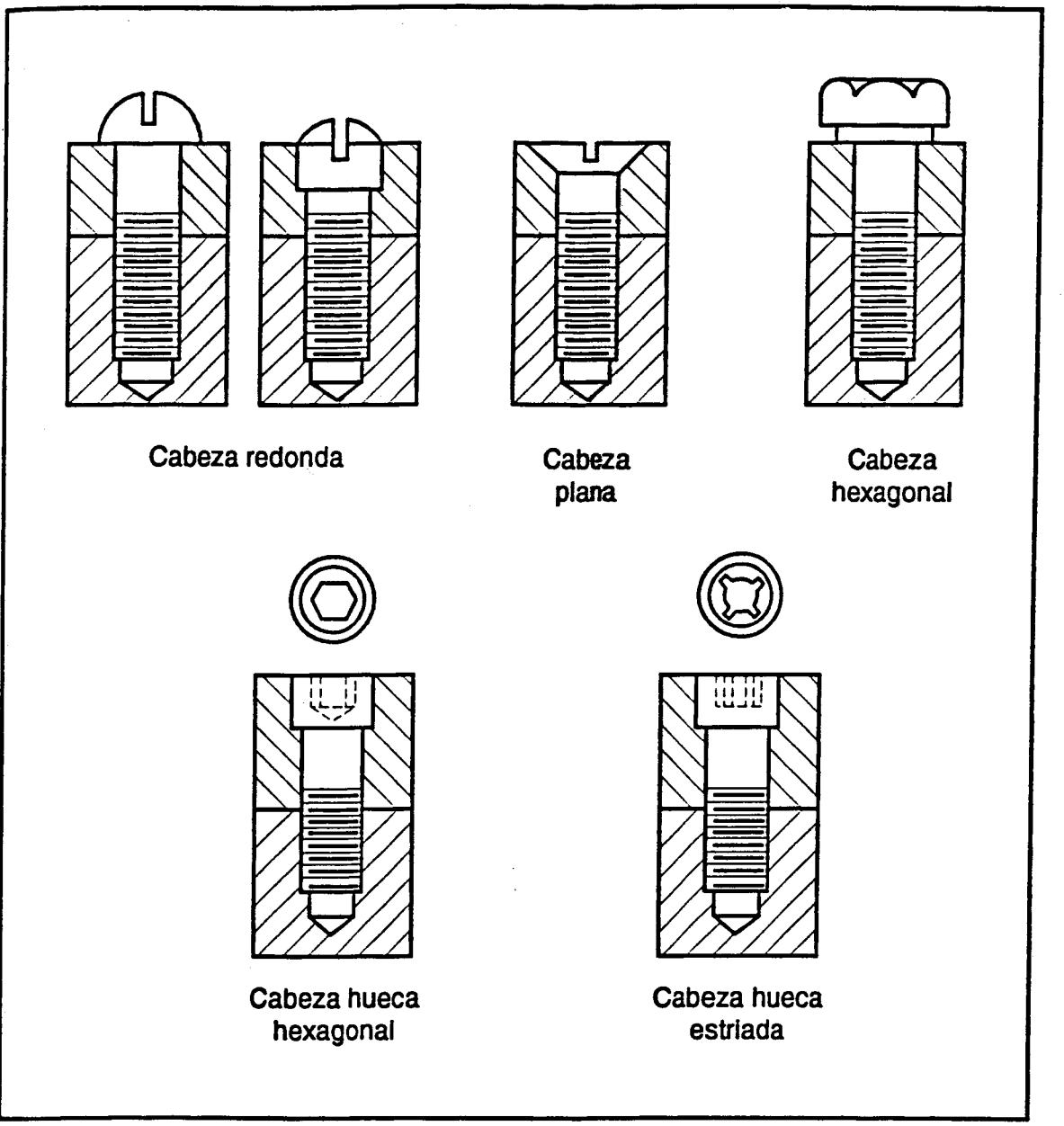


Figura 14.5. Tornillos de cabeza

TORNILLOS DE CABEZA

Este tipo de tornillos son muy similares a los tornillos de máquina. Se dan en cuatro cabezas estándar, siempre en forma acabada. Al montarse las piezas, el tornillo de cabeza pasa a través de los agujeros de un miembro y se atornilla en agujeros roscados en el otro

miembro. Se especifican según el diámetro dado, el número de hilos por pulgada serie clase de rosca, longitud y tipo de cabeza.

TORNILLOS DE MÁQUINA

Este tipo de tornillos cumplen el mismo propósito que los tornillos de cabeza, sólo que se utilizan principalmente para trabajos pequeños de secciones delgadas.

Las cuatro formas de cabeza están normalizadas. (figura 14.6).

En la especificación de los tornillos de máquina, se indican el diámetro, hilos por pulgada, serie de la rosca, clase de rosca, longitud y tipo de la cabeza.

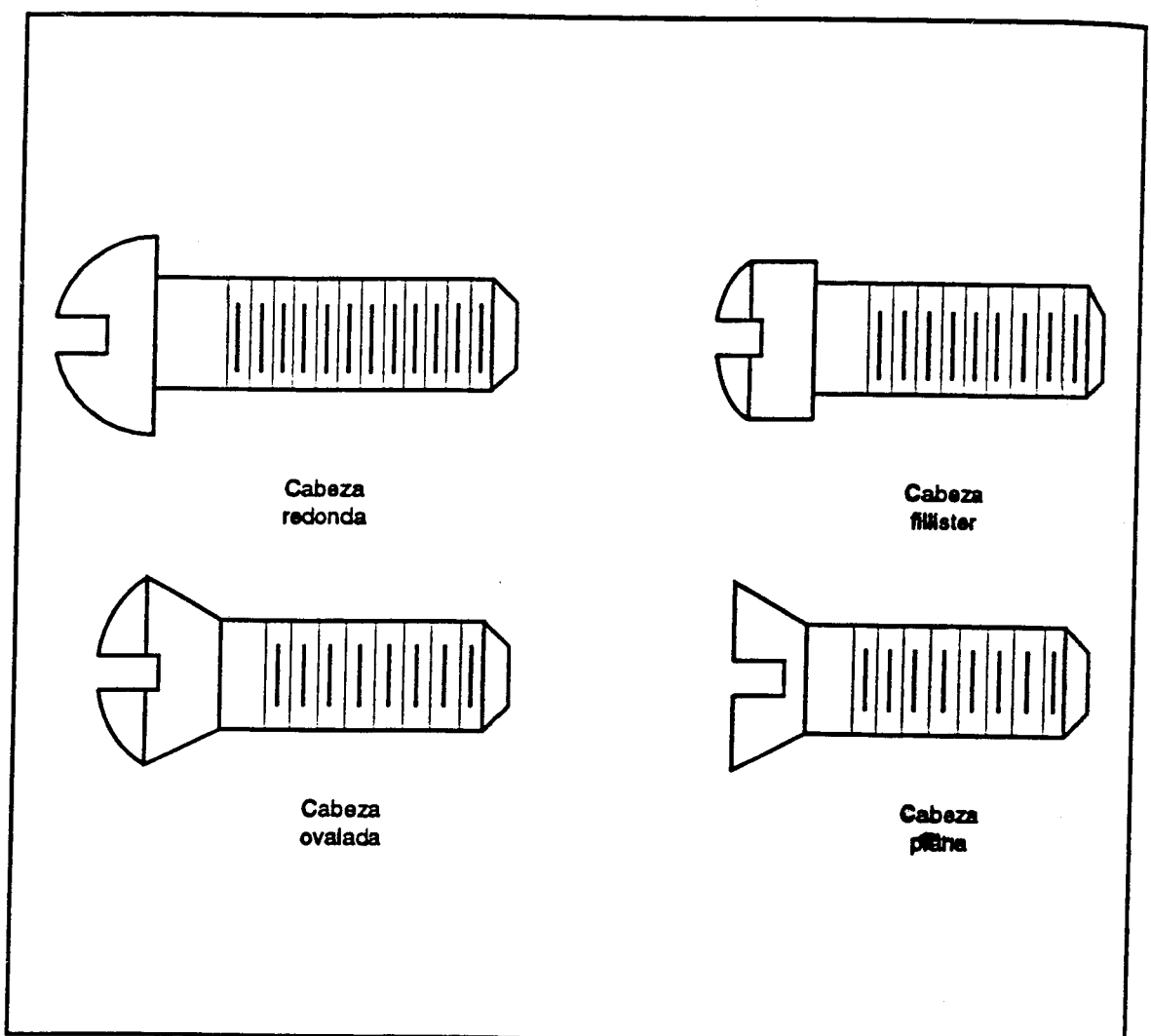


Figura 14.6. Tornillos a máquina

TORNILLOS OPRESORES

Este tipo de tornillos se utilizan para prevenir el giro o rotación entre dos piezas, semejante a lo que ocurre en el caso de un miembro giratorio montado sobre un eje. Los tornillos opresores se deben atornillar en una pieza hasta que la punta presione firmemente sobre la otra pieza, tienen varias formas de cabezas de seguridad, en combinación con cualquiera de las puntas. Los tornillos opresores sin cabeza deben emplearse en todas las piezas giratorias ya que se cumplen con los códigos de seguridad figura 14.7).

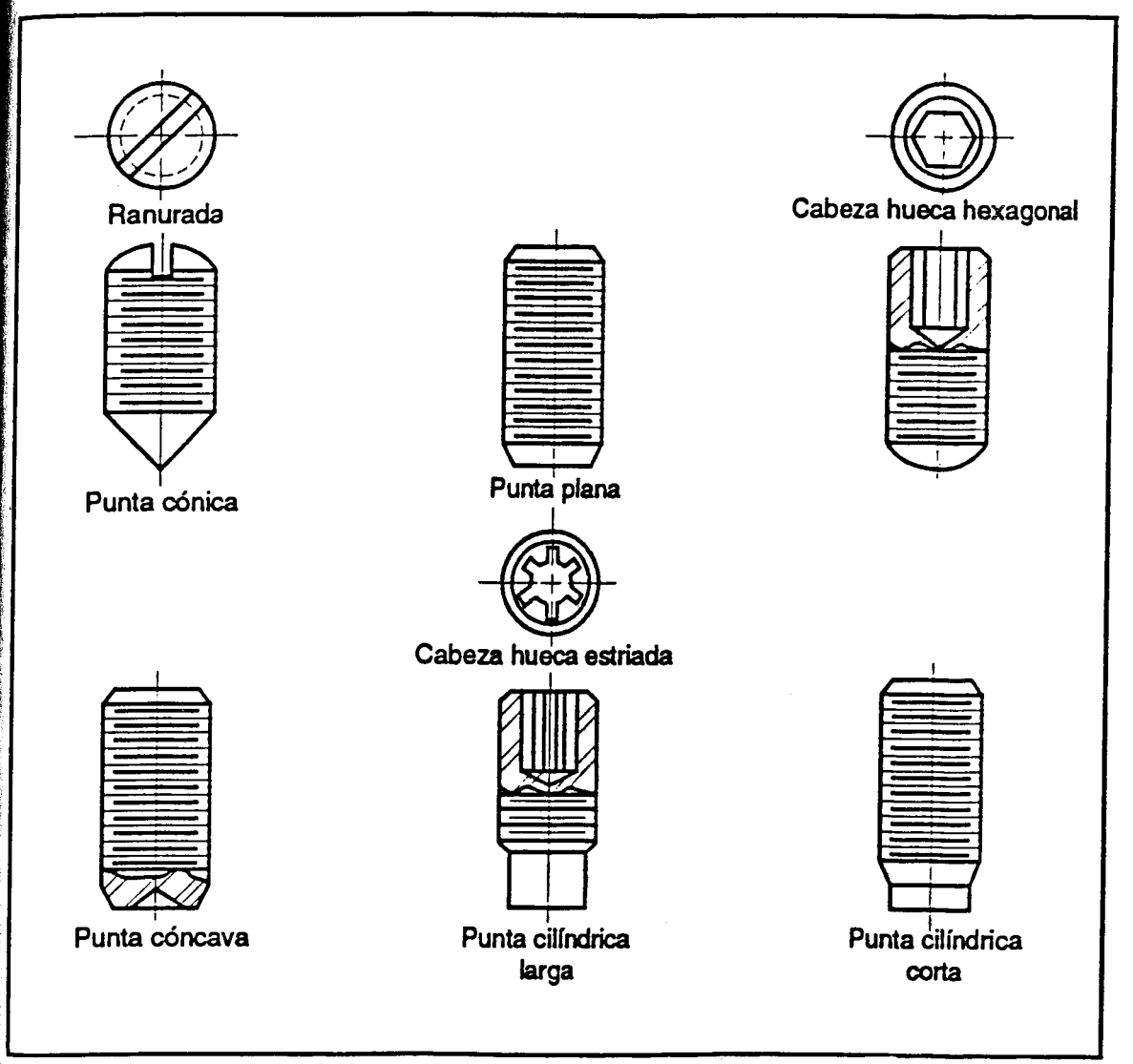


Figura 14.7. Tornillos opresores

Las cabezas salientes en los tornillos opresores provocaban una gran cantidad de accidentes y, por lo tanto, fueron prohibidos. Los tornillos opresores se especifican con el diámetro, número de hilos por pulgada, serie, clase de rosca, longitud, tipo de cabeza y tipo de punta.

AERORROSCA

El sistema de rosca aplicado al tornillo aerorrosca permite el uso de tornillos de cabeza de alta resistencia en metales blandos como el aluminio y el magnesio, efectuándose mediante un resorte helicoidal de bronce fosforoso o de acero inoxidable insertado en el agujero roscado. Este resorte o buje roscado se forma para ajustar en una rosca de norma americana modificada. Es necesario el uso de herramientas especiales para insertar adecuadamente el resorte en el agujero roscado. (Ver figura 14.8.)

PERNOS ROSCADOS, TORNILLOS Y TUERCAS

A continuación, las figuras 14.9 y 14.10 muestran una variedad de pernos roscados, tornillos y tuercas que han sido

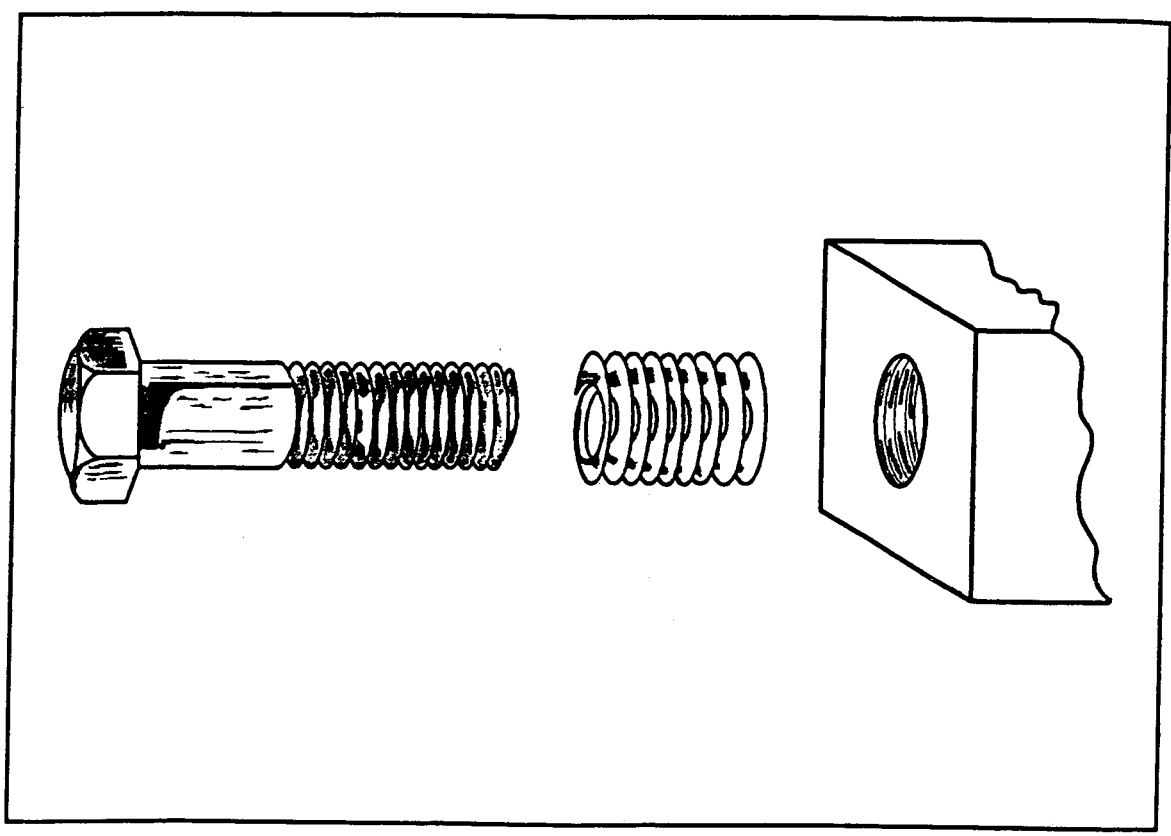


Figura 14.8. Aerorroscas

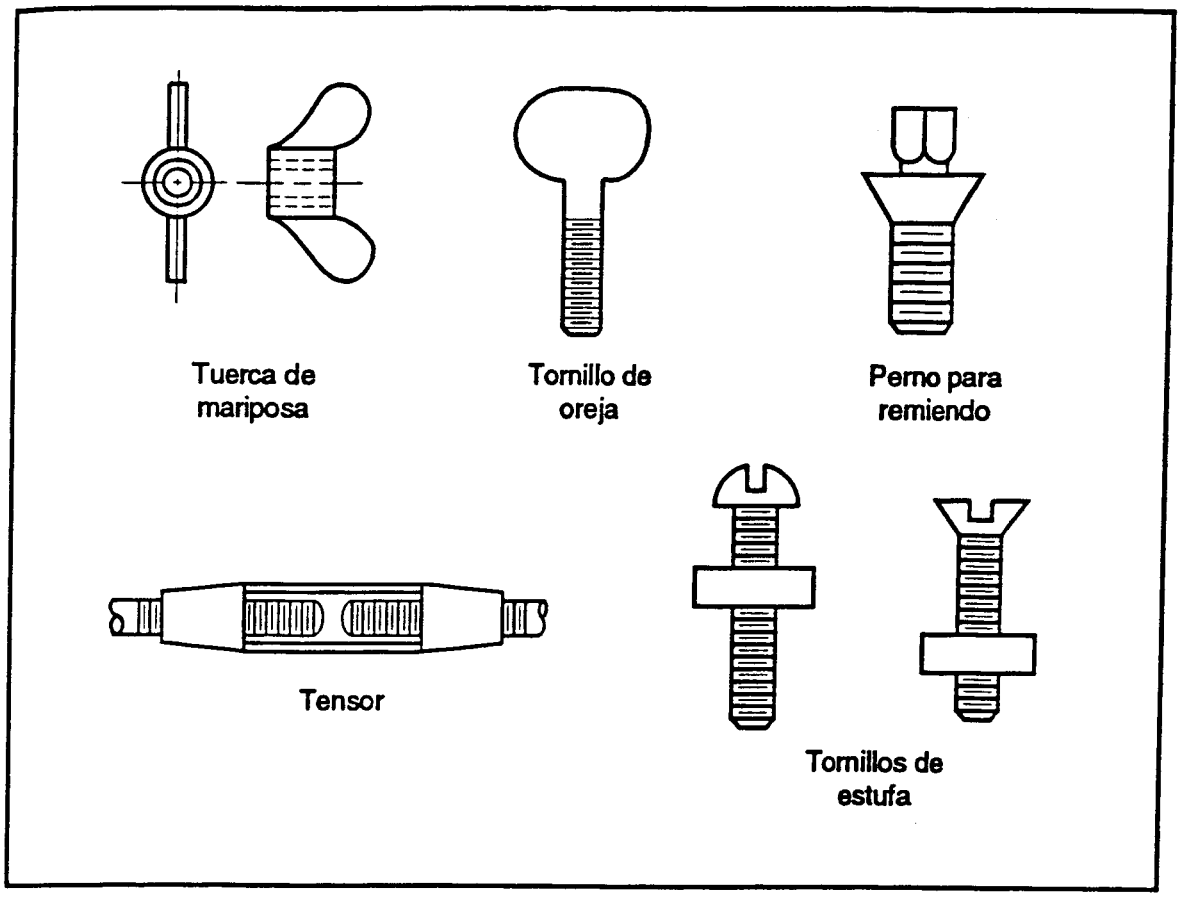


Figura 14.9. Variedad de pernos roscados tornillos y tuercas

adoptados para uso comercial. Algunos de estos sujetadores han sido estandarizados por la *American National Standard Institute* (ANSI).

Los tornillos para madera (fig 14.10) tienen roscas que están proporcionadas para la fuerza de sujeción sobre la madera, dándose en formas de cabeza plana redonda y ovalada.

CUÑAS O CHAVETAS

Las cuñas o chavetas son piezas de acero que se "anclan" o "acoplan" entre un canal de la flecha o eje llamado cuñero o chavetero y otro canal de algún elemento mecánico.

Su función consiste en "atrancar" un elemento mecánico que va a girar junto con un eje. La cuña penetra entre el elemento y dicho eje (flecha) y así los tres elementos realiizan un movimiento giratorio uniforme, es decir, no existe el riesgo de que el elemento mecánico se "patine" sobre el eje. Los elementos más comunes que requieren de una cuña al ser montados sobre un eje son: los engranes, poleas, levas, etc.

Las figuras 14.11 y 14.12 muestran la variedad que hay de cuñas. Las cuñas

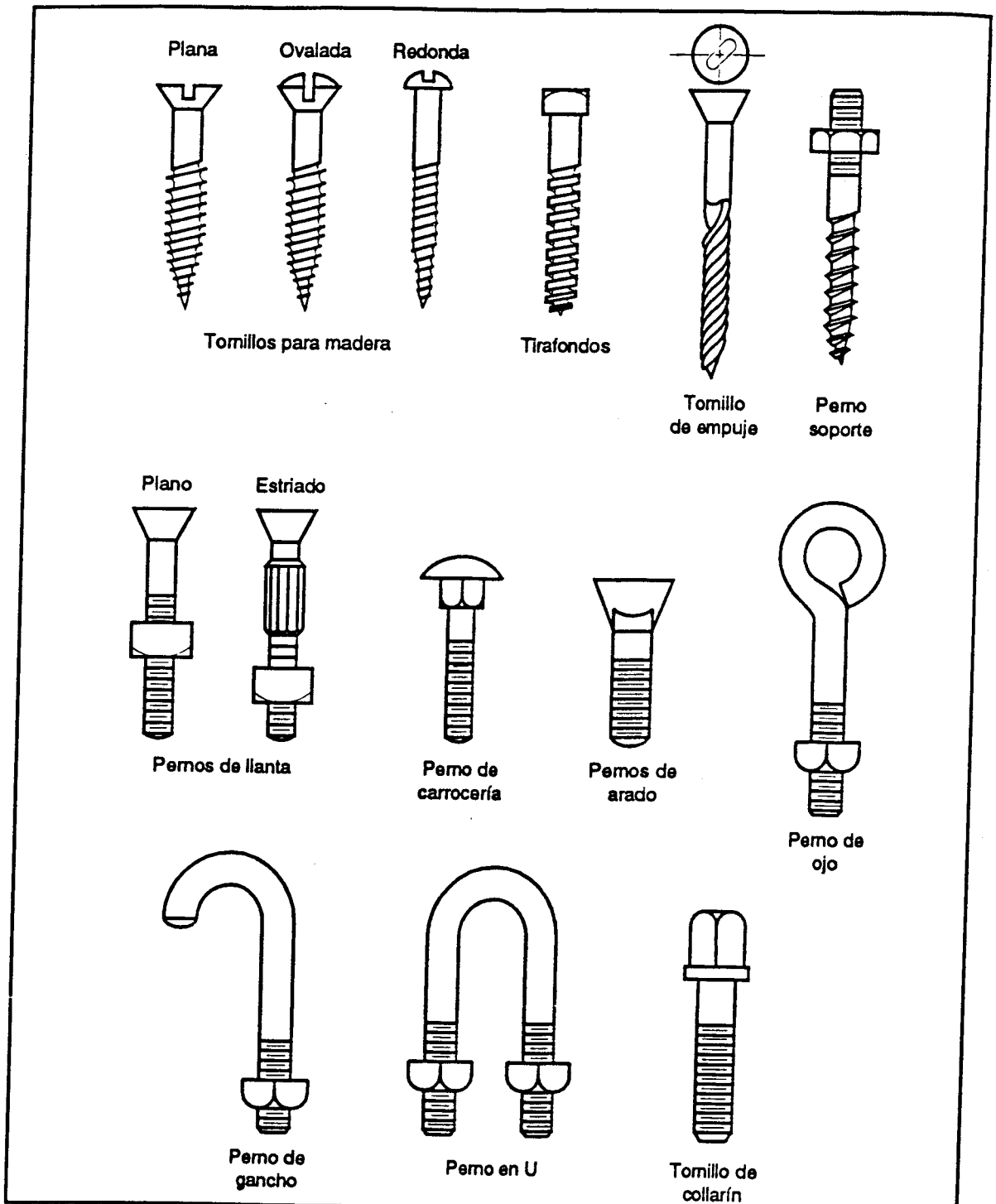


Figura 14.10. Variedad de pernos roscados, tornillos y tuercas

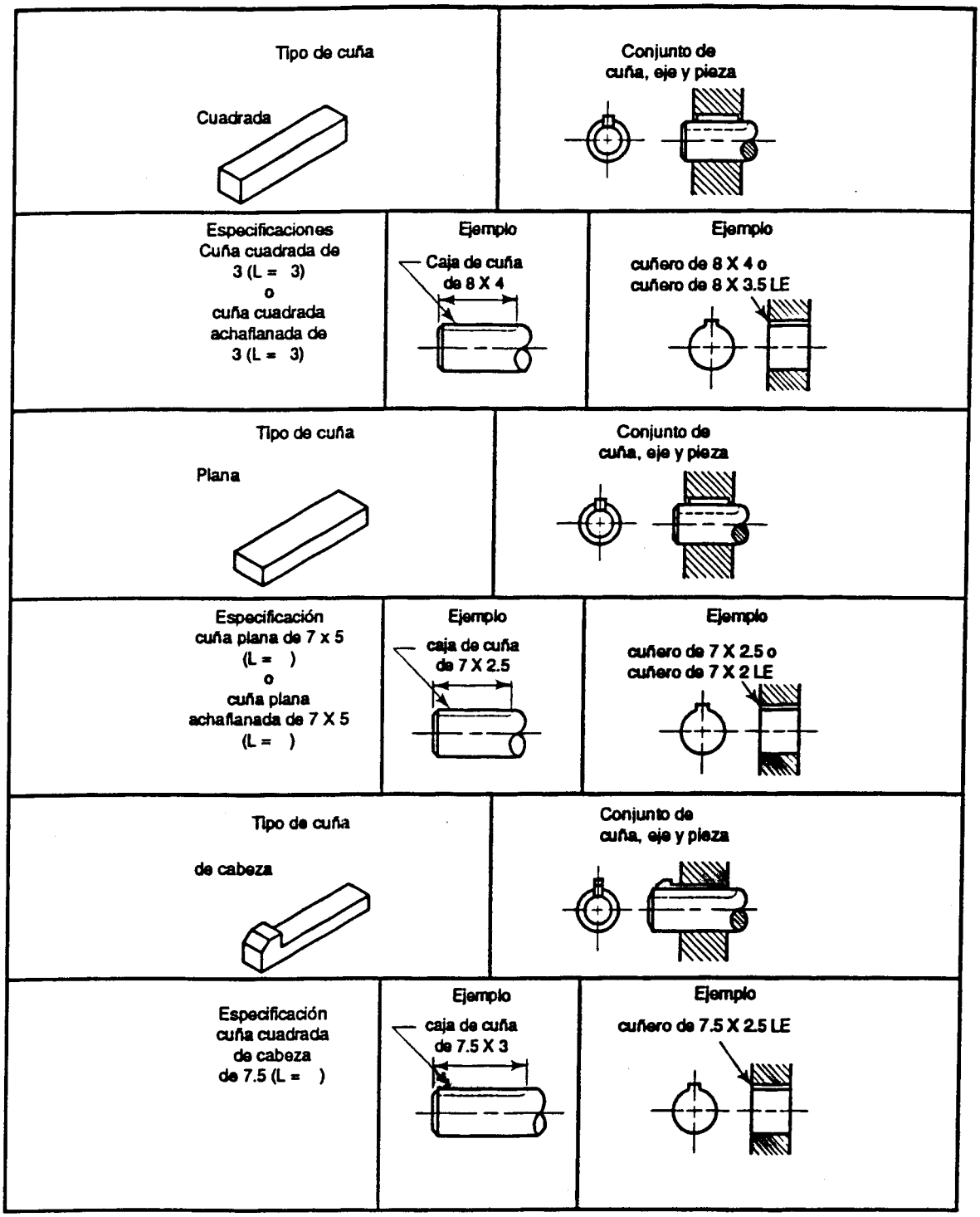


Figura 14.11. Tipos de cuñas

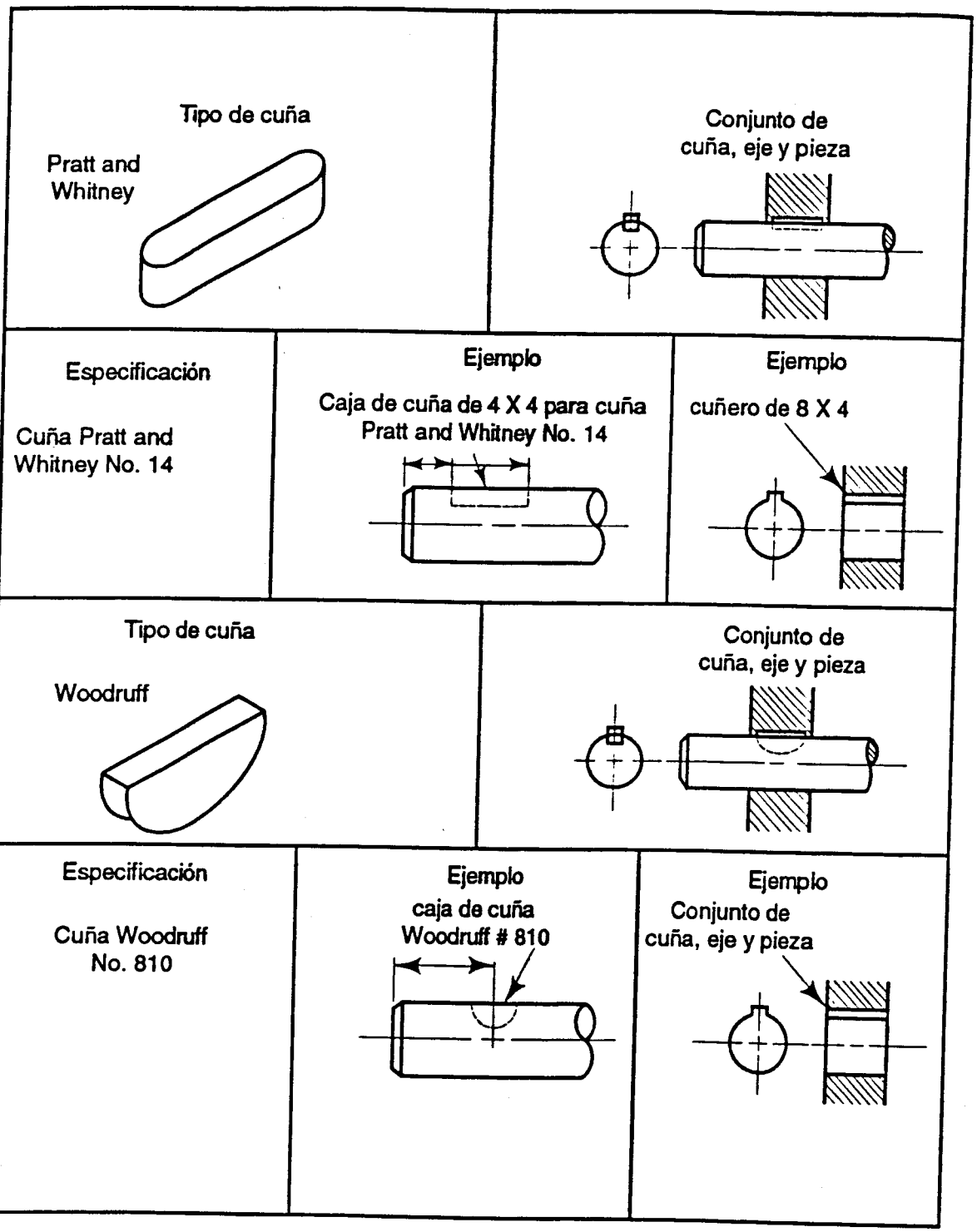


Figura 14.12. Tipos de cuñas (*continuación*)

cuadradas y planas son las más comúnmente usadas en la industria. La cuña de cabeza o de gancho es semejante a las anteriores, sólo que tiene esa forma de gancho en su extremo para ser desmontada con facilidad. La cuña Pratt and Whitney es redondeada en sus extremos y rectangular como las anteriores.

La cuña Woodruff es de forma semicircular (media luna) y se ancla en el elemento sobre un canal rectangular y en el eje sobre un canal semicircular.

Capítulo 15

DIBUJO DE ENGRANES

La función de un engrane consiste en transmitir movimiento, rotacional o alternativo, de un elemento de una máquina a otra, aumentando o reduciendo la velocidad de un eje. Los engranes son en realidad cilindros o conos con dientes en sus superficies de contacto que garantizan un movimiento positivo entre ellos.

La gran variedad de engranes que existen se puede clasificar de acuerdo con la posición de ejes que conectan:

- *Los engranes rectos* conectan ejes paralelos.
- *Los engranes cónicos* conecten ejes con líneas centrales que se interceptan.
- *Los engranes de tornillo* sinfin conectan ejes, cuyas líneas centrales no se interceptan.
- Un *engrane helicoidal* es una forma modificada del engrane recto, en el que las caras de los dientes son fresados en forma de espirales.

Al más pequeño de dos engranes en acción se le llama piñón. La mayoría de los engranes se fabrican de hierro fundido o acero, aunque también se fabrican de latón, bronce o fibras, cuando hay que tomar en cuenta factores como el ruido y el desgaste.

ENGRANES RECTOS

La figura 15.1 muestra la terminología o partes y la forma de los dientes de un engrane recto. Las formulas, definiciones y símbolos utilizadas para el cálculo de un engrane recto lo muestra la figura 15.2.

El ángulo de presión de 14-1/2 se ha usado mucho tiempo y seguirá siendo útil para los engranajes donde es de gran importancia el control de contragolpe.

Para engranes nuevos se ha adoptado el ángulo de presión de 20° por sus características de operación suave y silenciosa, su mayor capacidad de transmisión y por el menor número de dientes afectados por bajo maquinado.

La figura 15.3 ilustra la geometría del ángulo de presión.

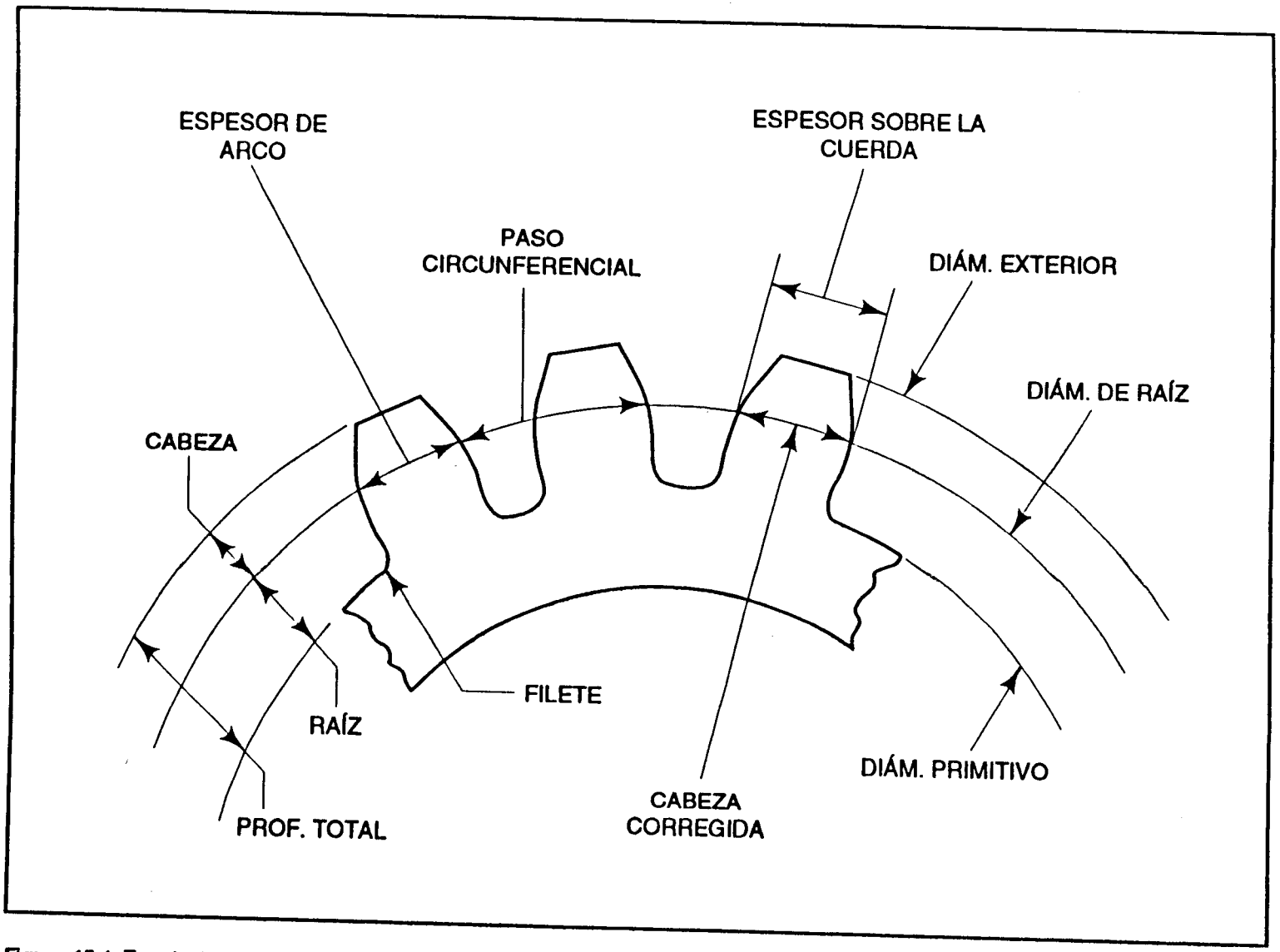


Figura 15.1. Terminología de un engrane recto

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA
DIÁMETRO PRIMITIVO = D	Diámetrro intermedio imaginario para diseñar el engrane	$D = \frac{N}{P}$
NÚMERO DE DIENTES = N	No. de dientes del engrane	$N = P \times D$
PASO DIAMETRAL = P	Relación entre el No. de dientes y el diámetro primitivo (pulgadas)	$P = \frac{N}{D}$
CABEZA O ADDENDUM = A	Distancia entre el círculo primitivo y parte superior del diente	$A = \frac{1}{P}$
RAÍZ O DE ADDENDUM = B	Distancia entre el círculo primitivo y el fondo del diente (círculo de raíz)	$B = \frac{1.157}{P}$
PROFUNDIDAD TOTAL = W	Altura total del diente	$W = \frac{2.157}{P}$
DIÁMETRO EXTERIOR = DE	Diámetro mayor del elemento	$DE = D + 2A$ o $\frac{N + 2}{P}$
DIÁMETRO DE NÚCLEO O DE RAÍZ = DR	Es el diámetro menor del engrane sobre la base de los dientes	$DR = D - 2B$
CIRCUNFERENCIA DE BASE = BC	Es el círculo que sirve para dibujar la curva involuta de los dientes	$BC = D (COS P A)$
PASO CIRCUNFERENCIAL = PC	Distancia medida sobre el círculo primitivo, de un punto de un diente al mismo punto del siguiente	$CP = \frac{3.1416}{P}$
ESPESOR DEL ARCO = T	Es el ancho del diente medido sobre el diámetro primitivo	$T = \frac{1.57}{P}$
ESPESOR SOBRE LA CUERDA = TC	Es el ancito del diente medido sobre una cuerda en el círculo primitivo	$TC = D \left[Sen \left(\frac{90°}{N} \right) \right]$
CABEZA CORREGIDA = AC	Es la distancia perpendicular que va de la cuerda a la cabeza	$AC = A + \frac{T^2}{4D}$

Figura 15.2. Formulario para el cálculo de engranes rectos de 14 1/2° y 20°

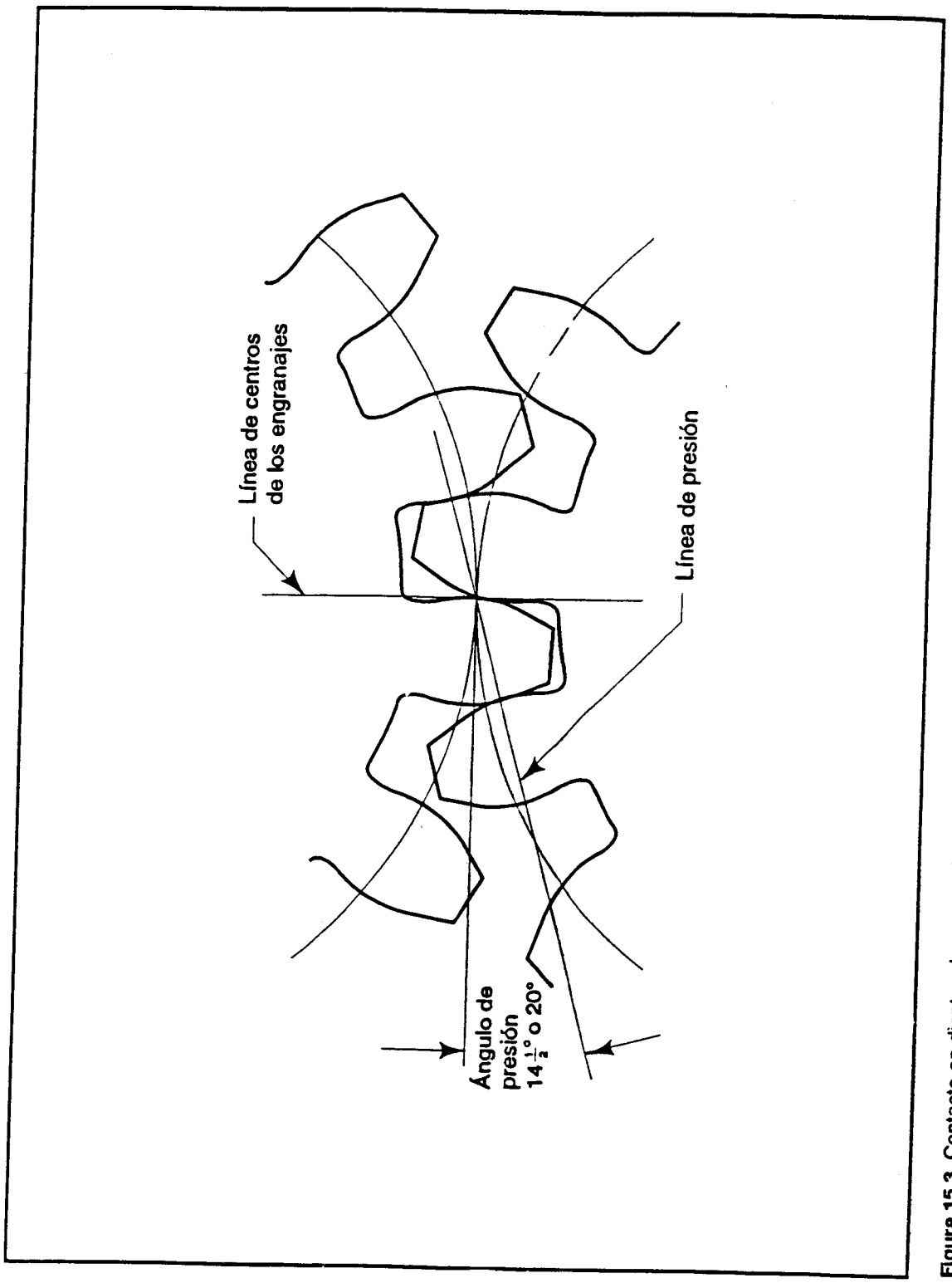
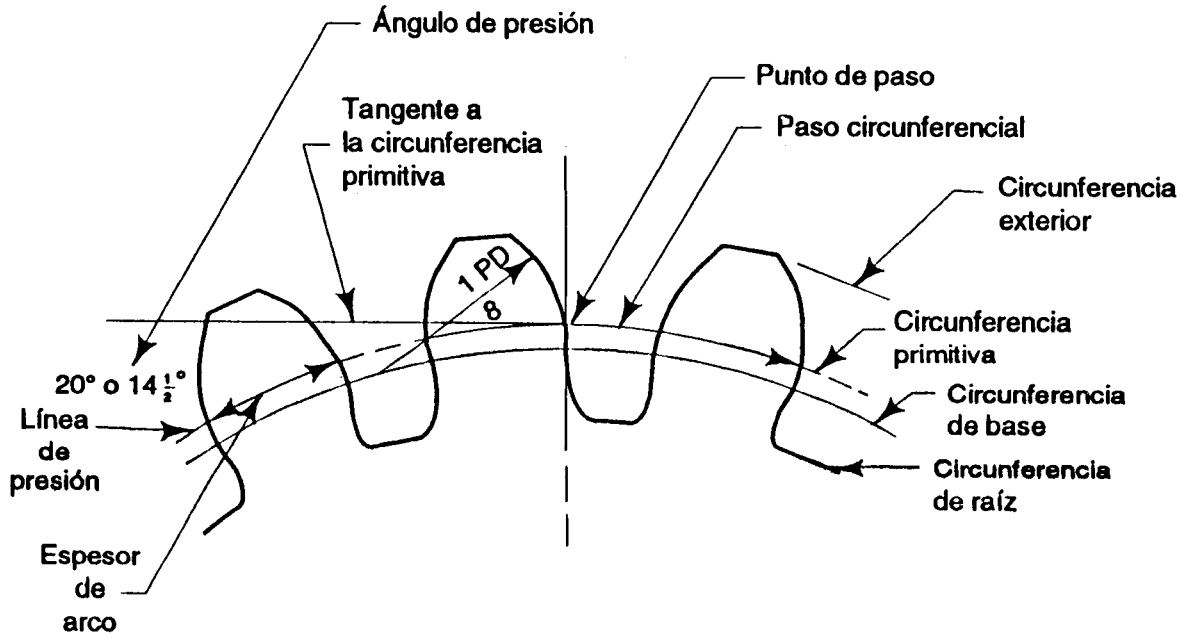


Figura 15.3. Contacto en dientes de engranajes



Representación de la forma involuta de un diente de engranaje recto

Figura 15.4. Dibujo detallado del diente

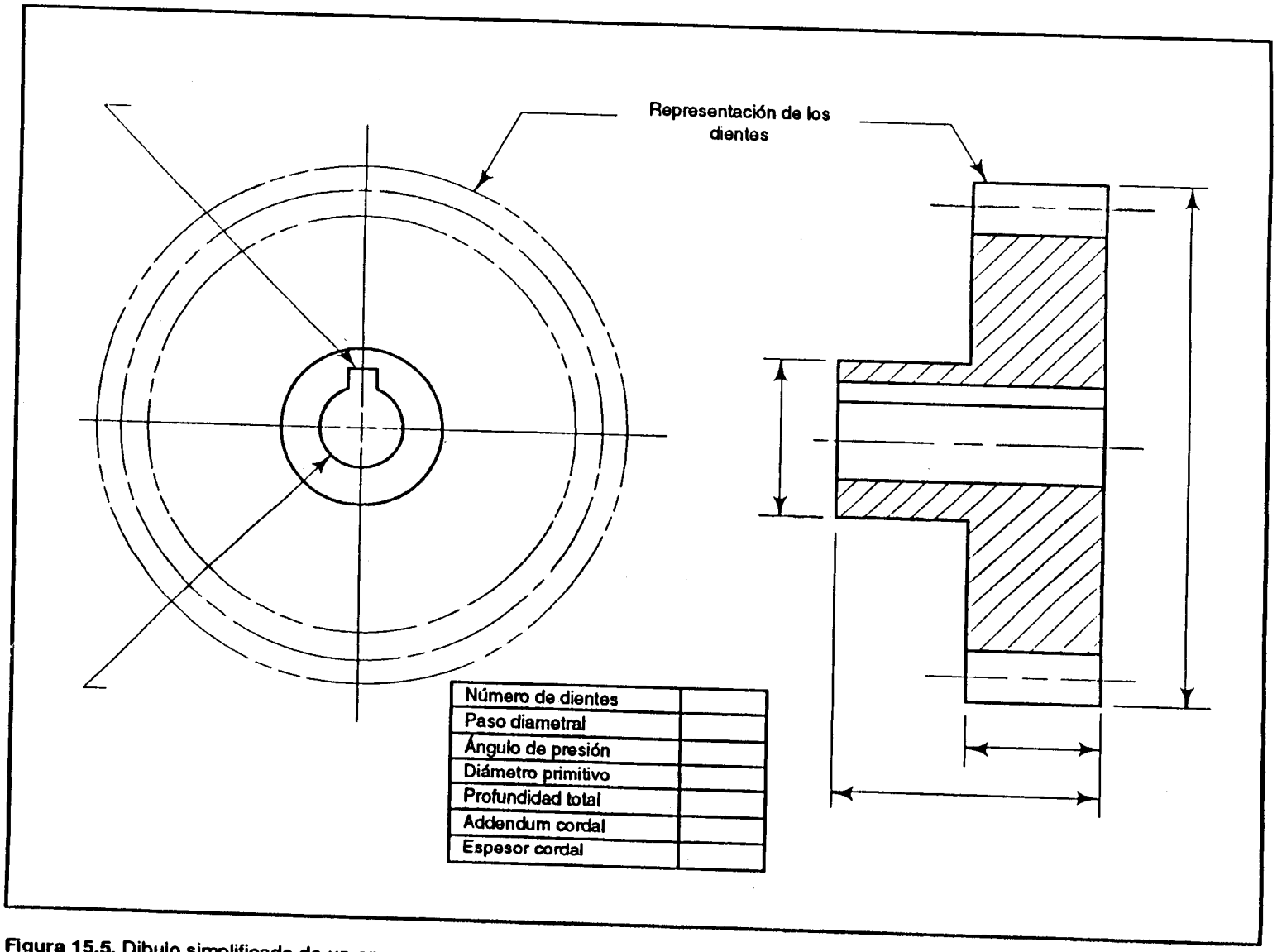


Figura 15.5. Dibujo simplificado de un engrane recto

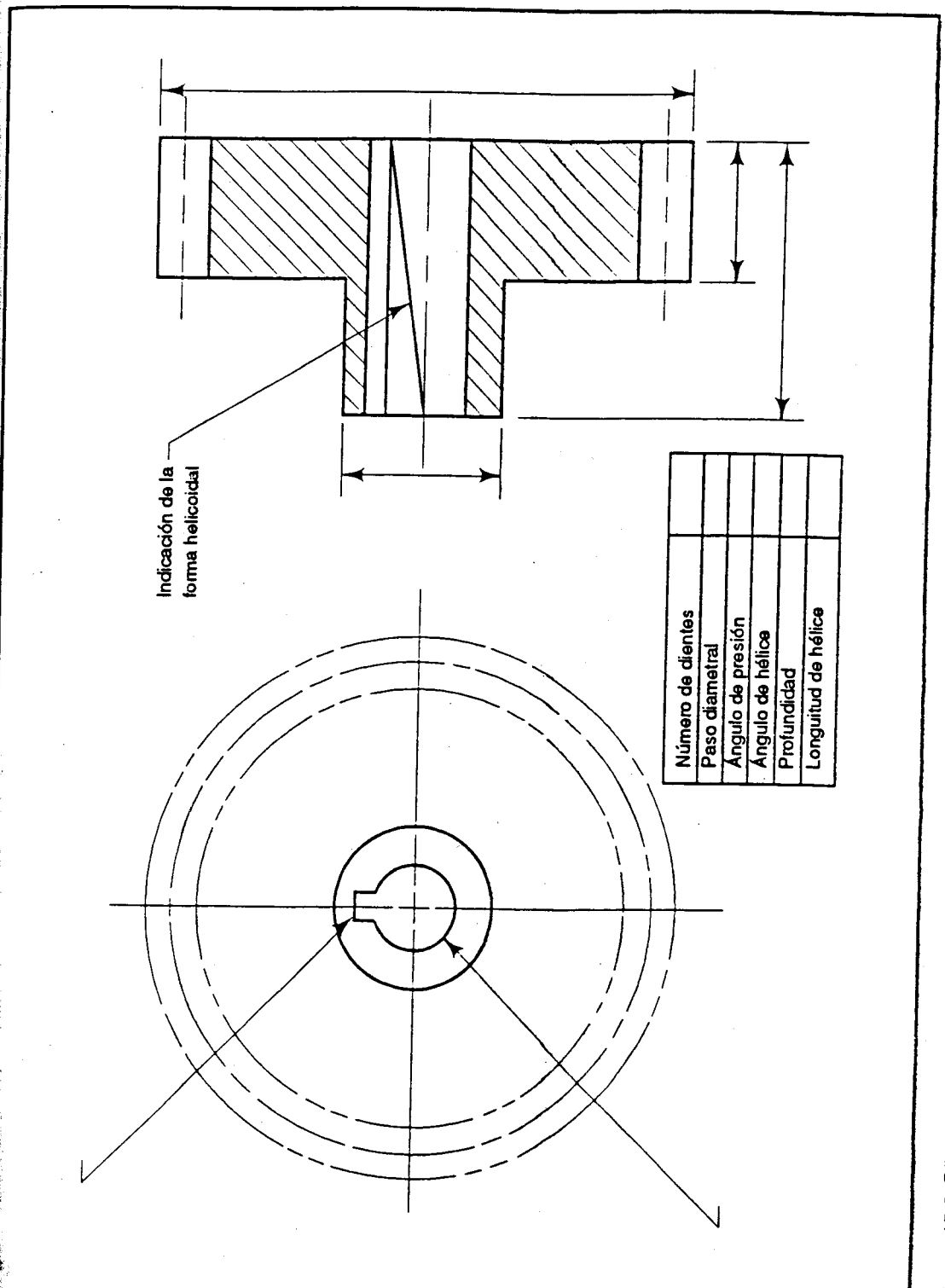


Figura 15.6. Dibujo simplificado de un engrane helicoidal y sus datos de corte

DIBUJO DE LOS DIENTES DEL ENGRANE

Los dientes de un engrane se pueden representar en forma detallada, como lo muestra la geometría de la figura 15.4, donde se detalla la forma involuta del diente. La circunferencia base no es una parte física del engrane y, por lo tanto, no puede medir directamente.

Cuando se dibuja un engrane en forma detallada, basta con dibujar como máximo tres dientes ya que sería impráctico dibujar toda la rueda dentada.

La figura 15.5 muestra una forma simplificada y práctica para representar los dientes, basándose en líneas fantasmas y de centros sobre los tres diámetros principales del engrane. La representación del diente en la vista lateral es la misma para la forma detallada y simplificada.

El recuadro mostrado en la figura 15.5 y 15.6, contiene los "datos de corte" que se deben especificar en el dibujo, aparte de las acotaciones, para poder fabricar el engrane.

ENGRANES CÓNICOS

Los engranes cónicos se utilizan para trasmitir potencia entre dos ejes cuyas líneas de centro se intersectan. Dicha intersección se puede dar a cualquier ángulo, aunque la más frecuente es a 90°. Los dientes tienen el mismo contorno que los de los engranes rectos.

La figura 15.7 muestra la forma y nomenclatura de un engrane cónico. La figura 15.8 proporciona el formulario y los datos de corte para calcular y fabricar respectivamente un engrane cónico.

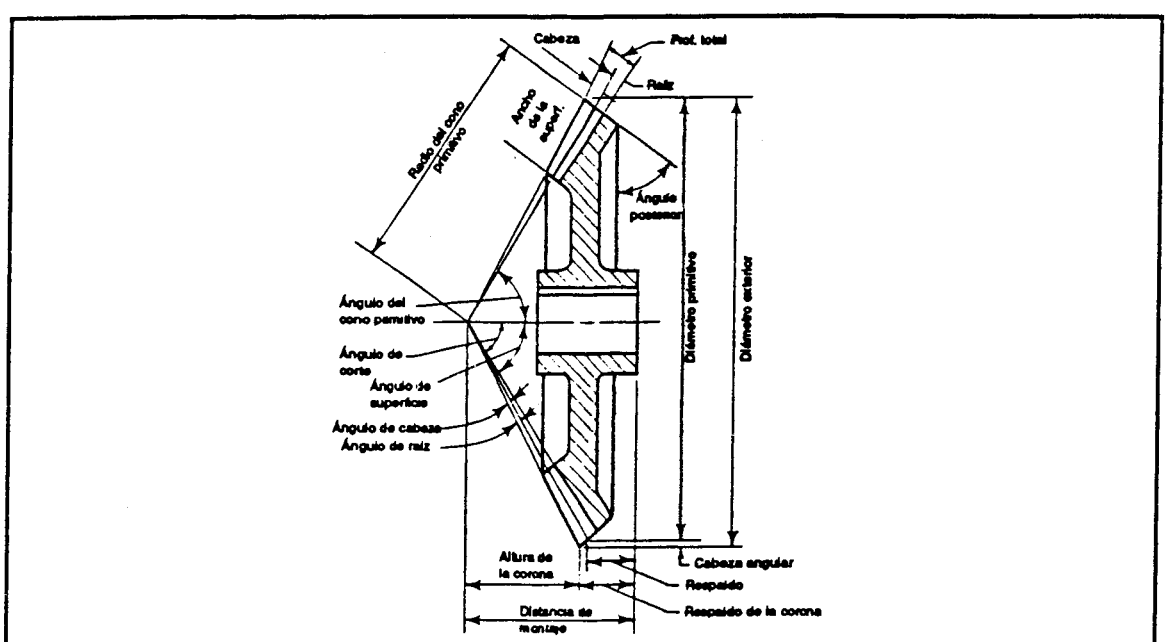


Figura 15.7. Nomenclatura de un engrane cónico

NOMENCLATURA	FÓRMULA
A, B, W, D, P, N, PC, TC, T	Se aplican las mismas fórmulas que en los engranes rectos
Radio del cono primitivo = RC	$RC = \frac{D}{2 \times SEN \measuredangle P}$
Ángulo del cono primitivo = $\measuredangle$ P	$\measuredangle P = Tg^{-1}\left(\frac{\text{D DEL ENGRANE}}{\text{D DEL PIÑON}}\right)$
Ángulo de cabeza = $\measuredangle$ A	$\measuredangle A = Tg^{-1}\left(\frac{A}{RC}\right)$
Ángulo de raíz = $\measuredangle$ B	$\measuredangle B = Tg^{-1}\left(\frac{B}{RC}\right)$
Ángulo de la superficie = $\measuredangle$ S	$\measuredangle S = \measuredangle P + \measuredangle A$
Ángulo de corte = $\measuredangle$ C	$\measuredangle C = \measuredangle P - \measuredangle B$
Ángulo posterior = $\measuredangle$ X	$\measuredangle X = \measuredangle P$
Cabeza angular = $\measuredangle$ CA	CA = COS $\measuredangle$ P (A)
Diámetro exterior = DE	DE = D + 2(CA)
Altura de la corona = H	$H = \frac{1/2\ DE}{Tg \measuredangle S}$
Ancho = Y	Y = 1 1/2 a 2 1/2 VECES EL PC
Cabeza corregida = AC	$AC = B + \frac{T(COS \measuredangle P)}{4D}$

DATOS DE CORTE	
NÚMERO DE DIENTES	
PASO DIAMETRAL	
FORMA DEL DIENTE	
ÁNGULO DE CORTE	
PROFUNDIDAD TOTAL	
CABEZA CORREGIDA	
ESPESOR SOBRE LA CUERDA	

Figura 15.8. Formulario y datos de corte de un engrane cónico

Capítulo 16

ACOTACIÓN AVANZADA

Para fabricar un objeto mediante la información detallada en un dibujo, se sabe que es necesario que las especificaciones de forma (sistemas de proyección) y tamaño (sistemas de acotación) se den en forma clara y precisa. En el capítulo 10 de la primera parte de este texto se trató el tema de acotado elemental. Ahí se especificaron las normas fundamentales de acotado, referente a colocación, separaciones, uniformidad y estética.

Lo que se tratará en este capítulo se refiere a temas que complementan técnicamente la información necesaria para que las medidas y detalles de un objeto, dadas en forma de acotación, se trabajen con facilidad durante el proceso de fabricación de lo dibujado.

CALIDAD DE SUPERFICIE

Un objeto que se va a maquinar debe fabricarse respetando la exactitud de las medidas especificadas en las acotaciones. Esto se refiere a la precisión en el tamaño del objeto; sin embargo, existe otro factor muy importante que hay que destacar en el dibujo: la calidad de la superficie.

Este factor tiene mucha importancia, sobre todo si se toman en cuenta los modernos equipos de maquinado de la actualidad, en los que la textura que se obtiene al trabajar una pieza puede lograrse con altos índices de calidad.

Es muy importante analizar qué grado de calidad necesita determinada parte de la pieza o toda la pieza, cuando ésta sea sometida a un trabajo de contacto, deslizamiento o ajuste sobre todo objeto. Lo anterior, aunado al conocimiento que se debe tener del grado de calidad que se puede lograr en cada proceso de fabricación, sea mediante arranque de viruta o sin arranque.

Los factores que determinan la calidad en la superficie son la ondulación y la rugosidad. Estas deformaciones dadas durante el proceso de fabricación se analizan y detallan en la figura 16.1.

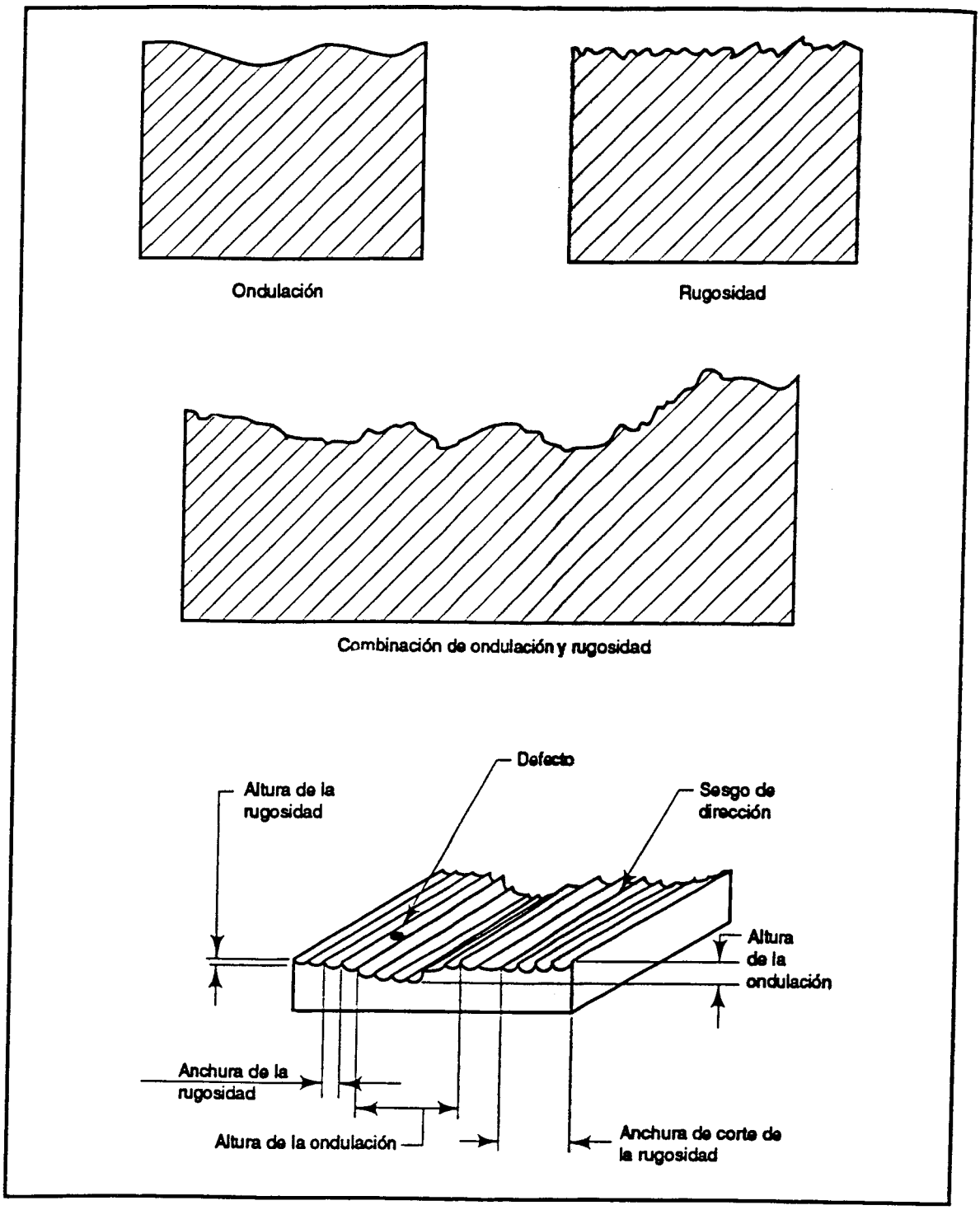


Figura 16.1. Descripción de ondulación y rugosidad en la textura de la superficie

TERSURA DE LA SUPERFICIE

Rugosidad: ésta la forman irregularidades en la superficie finamente espaciadas que se producen mediante la acción cortante de los filos de las herramientas y granos abrasivos sobre la superficie que se está maquinando.
Altura de la rugosidad: es la desviación en promedio desde la línea de perfil; es decir, la profundidad del detalle irregular.
Anchura de la rugosidad: es la distancia que se da entre crestas o picos sucesivos que conforman el patrón predominante de rugosidad.
Ondulación: es una irregularidad superficial de mayor magnitud que la rugosidad. La ondulación es el resultado debido a las flexiones de la pieza o de la máquina, vibraciones, etc.
Altura de la ondulación: es la distancia mayor en la profundidad del espacio ondulado.
Anchura de la ondulación: es el espaciamiento de las sucesivas elevaciones onduladas.
Defectos: son irregularidades; por ejemplo rayaduras, muecas, rajaduras, etc., que se dan en intervalos poco frecuentes sobre la superficie.
Sesgo: es la dirección predominante de las marcas o huellas que deja la herramienta de corte sobre el patrón de la superficie.

ESPECIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE

La forma más práctica, sencilla y directa para especificar las características de la calidad y/o acabado superficial es mediante signos llamados "símbolos de acabado". Existen diferentes tipos de símbolos, algunos de ellos muy generales y otros muy específicos que más adelante se detallarán. Dentro de los símbolos más completos, las características de rugosidad se miden en micrómetros (µm) que es la millonésima parte de un metro o en micropulgadas (µplg), o sea la millonésima parte de una pulgada. (Ver figura 16.2).

	Antiguos	Equivalencias		
Maquinar		Normalizados	µ Pig Micropulgadas	µ m Micrómetros
No maquinar				
Basto		C Coarse	250	6.3
Medio			125	3.2
Fino		F Fine	63	1.6
Pulido		G Grinding	32	0.8
Bruñido ó lapeado		L Laping	16	0.4

Figura 16.2. Símbolos de acabados superficiales

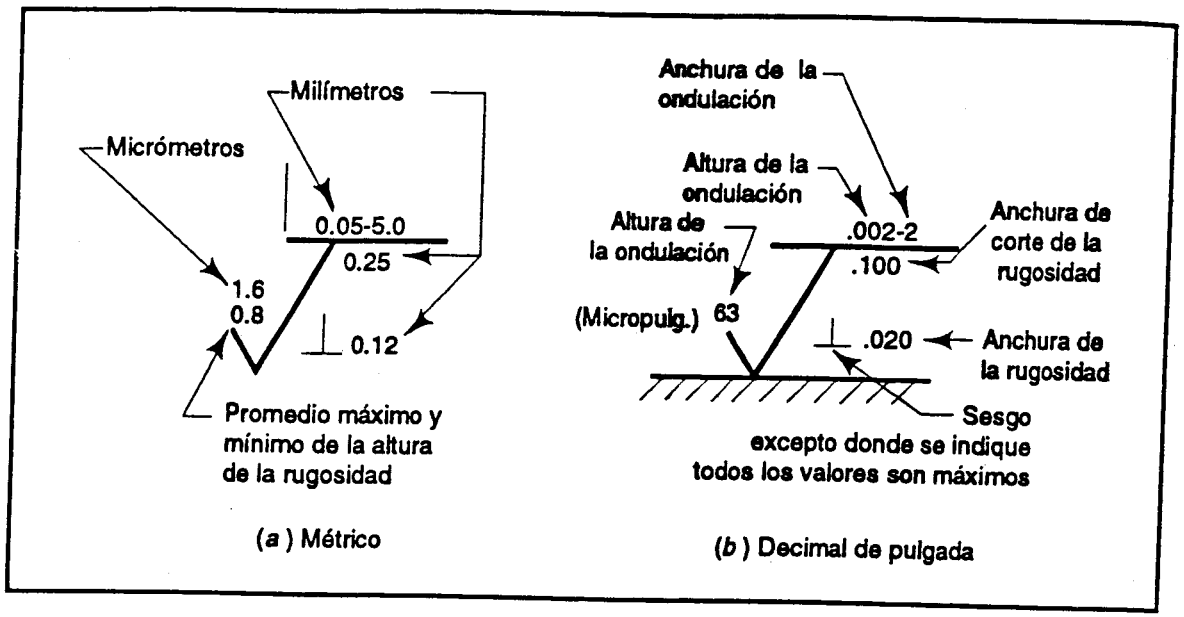


Figura 16.3. Detallado del símbolo de acabado

DETALLADO DEL SÍMBOLO ACTUALIZADO

La figura 16.3 detalla toda la información que se puede dar en un símbolo de acabado.

La figura 16.4 muestra las diversas formas para especificar el sesgo de la superficie dentro del símbolo de acabado.

La gráfica (figura 16.5) muestra la rugosidad de superficie esperada para los métodos de producción más comunes con valores en micrómetros μm y micropulgadas μpulg.

TOLERANCIAS

Indicar una medida mediante un número cerrado y único en alguna acotación podría tener un significado ambiguo; por un lado, podría pensarse que dicha parte debe ir con un grado de precisión excelente; es decir, sin permitir ninguna milésima o millonésima de error arriba o abajo del dato nominal dado en la acotación. Por otro lado, se podría pensar que el "número cerrado" sólo representa un valor global aproximado de una parte sin importancia; es decir, se podría pensar en una media en bruto.

Durante el aprendizaje inicial del dibujo técnico mecánico, el acotado elemental permite que todas las acotaciones en general contengan medidas con valores únicos y cerrados. Por el contrario, un dibujo mecánico, sea semiprofesional o profesional, debe complementarse con detalles como lo visto en el tema de calidad superficial, así como con las "tolerancias" de tamaño.

Una tolerancia es la diferencia permisible en las dimensiones de una pieza que tiene como objetivo, facilitar el proceso

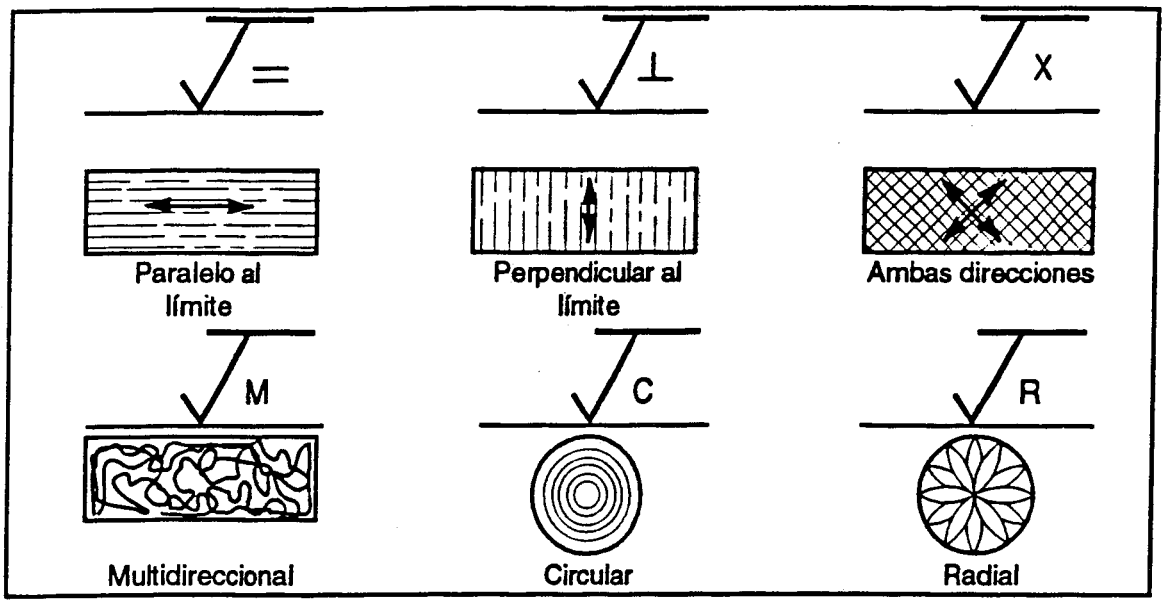


Figura 16.4. Anotaciones del sesgo

de fabricación y determinar adecuadamente las condiciones necesarias para el "ensamble" del objeto dentro del mecanismo donde va a desarrollar un trabajo.

INDICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS

Para indicar una tolerancia pondremos como ejemplo algo que mida 40 mm y que la tolerancia permitida sea una variación arriba y abajo de la medida nominal de 0.2 mm. Esto se podría dar como 40 ± 0.2 mm., que significa que la parte a fabricar puede estar entre 39.8 mm y 40.2 mm y, por lo tanto, la tolerancia que se permite es de 0.4 mm. Las medidas permisibles mayor y menor (40.2 y 39.8 mm) se conoce como límites. La indicación de la tolerancia dentro de la acotación se puede dar con el valor de más y menos o indicando los límites en forma directamente, como lo indica la figura 16.6.

TOLERANCIAS EXTERIORES E INTERIORES

Para indicar la acotación de una tolerancia por límites se debe pensar en el proceso de fabricación de la parte, en virtud de que es muy diferente acotar la tolerancia del diámetro de una flecha a diferencia de la indicación en el agujero donde se ensamblará dicha parte.

Con el fin de comprender lo que ilustra la figura 16.7, pensemos en el tornero que tendría que fabricar la flecha. Para comenzar, al ver la tolerancia, él observaría primero siempre el número de arriba . Si rebasara al estar desbastando para conseguir la medida de 20.2 mm, le que-

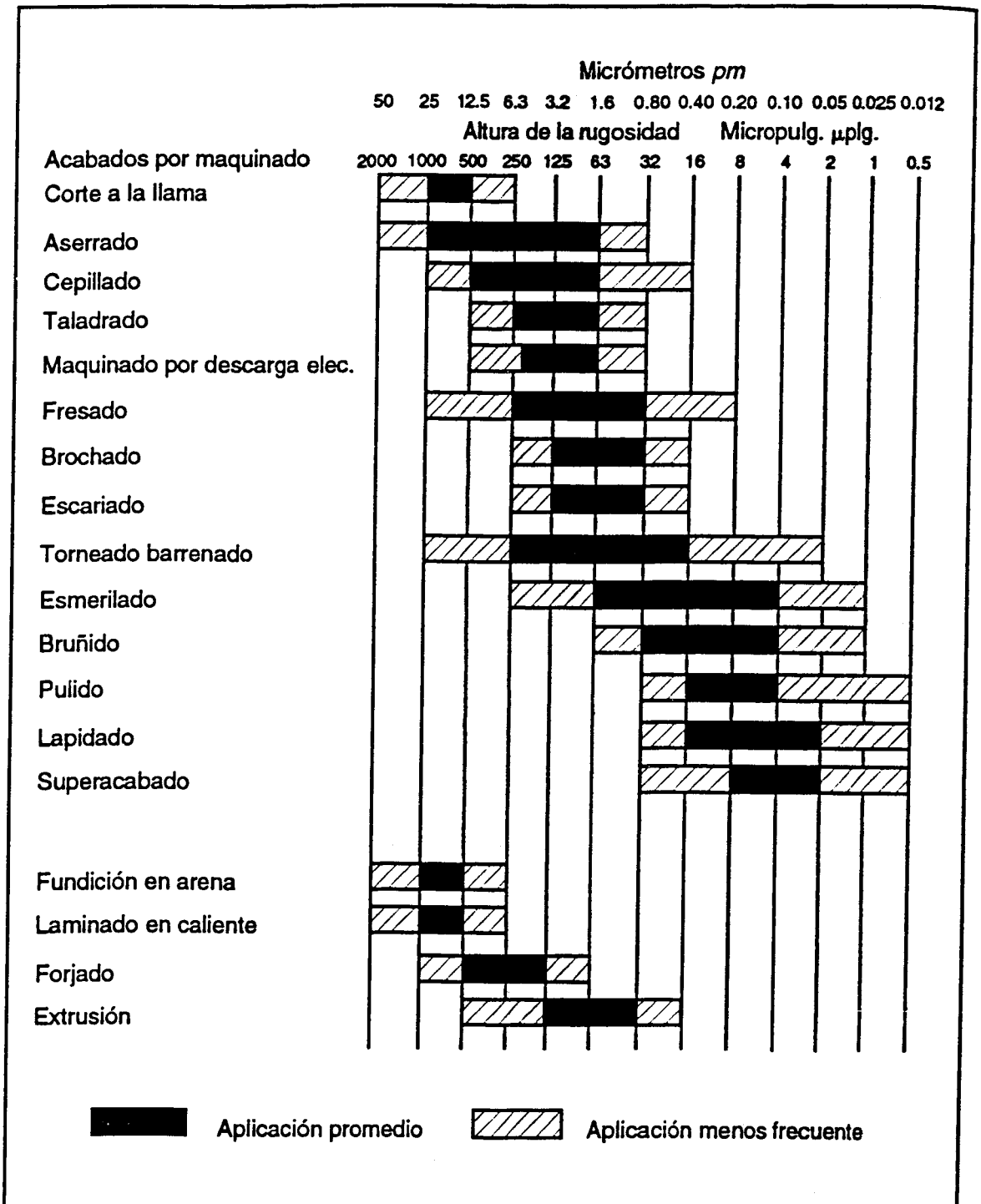


Figura 16.5. Tabla de rogosidades

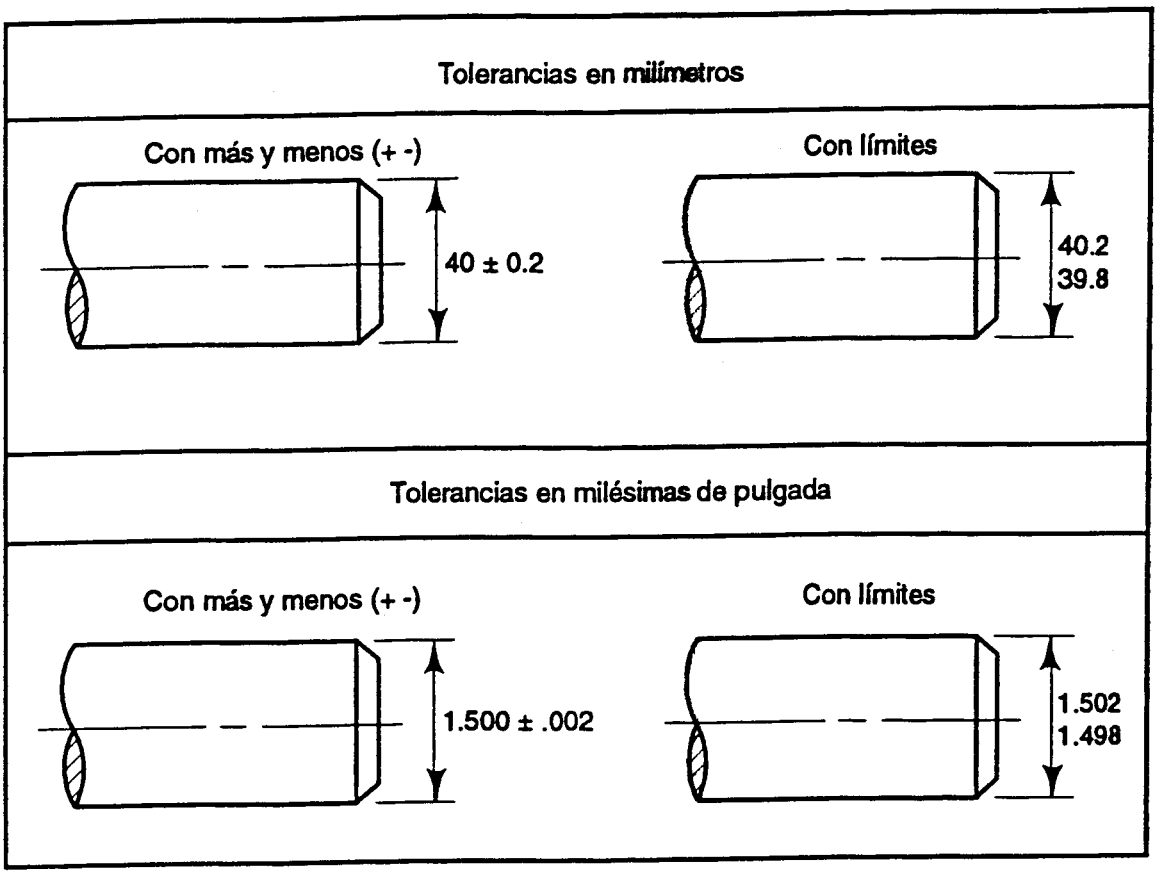


Figura 16.6. Métodos de acotación de tolerancias

daría un diámetro menor, como lo muestra el límite de abajo. Lo contrario sucedería en el agujero y, por lo tanto, la posición de los límites se invierten en la tolerancia interior.

TIPOS DE AJUSTES

Ajuste es el término que generalmente se utiliza para designar el rango de apretado resultante en la aplicación de una combinación específica de holguras y tolerancias en el diseño de partes coincidentes.

Los tres tipos de ajustes generales existentes son: ajuste con huelgo; ajuste de transición; y, ajuste de interferencia.

Ajuste con huelgo: es que tiene límites de tamaño que proporcionan siempre un huelgo o juego al ensamblar las partes.

Ajuste de interferencia: es aquel que tiene límites de tamaño de los que siempre resulta una interferencia al ensamblar las partes coincidentes; es decir, existe una holgura negativa.

Ajuste de transición: este ajuste contiene límites de tamaño, de los cuales puede resultar un juego o una interferencia cuando se ensamblan las partes coincidentes.

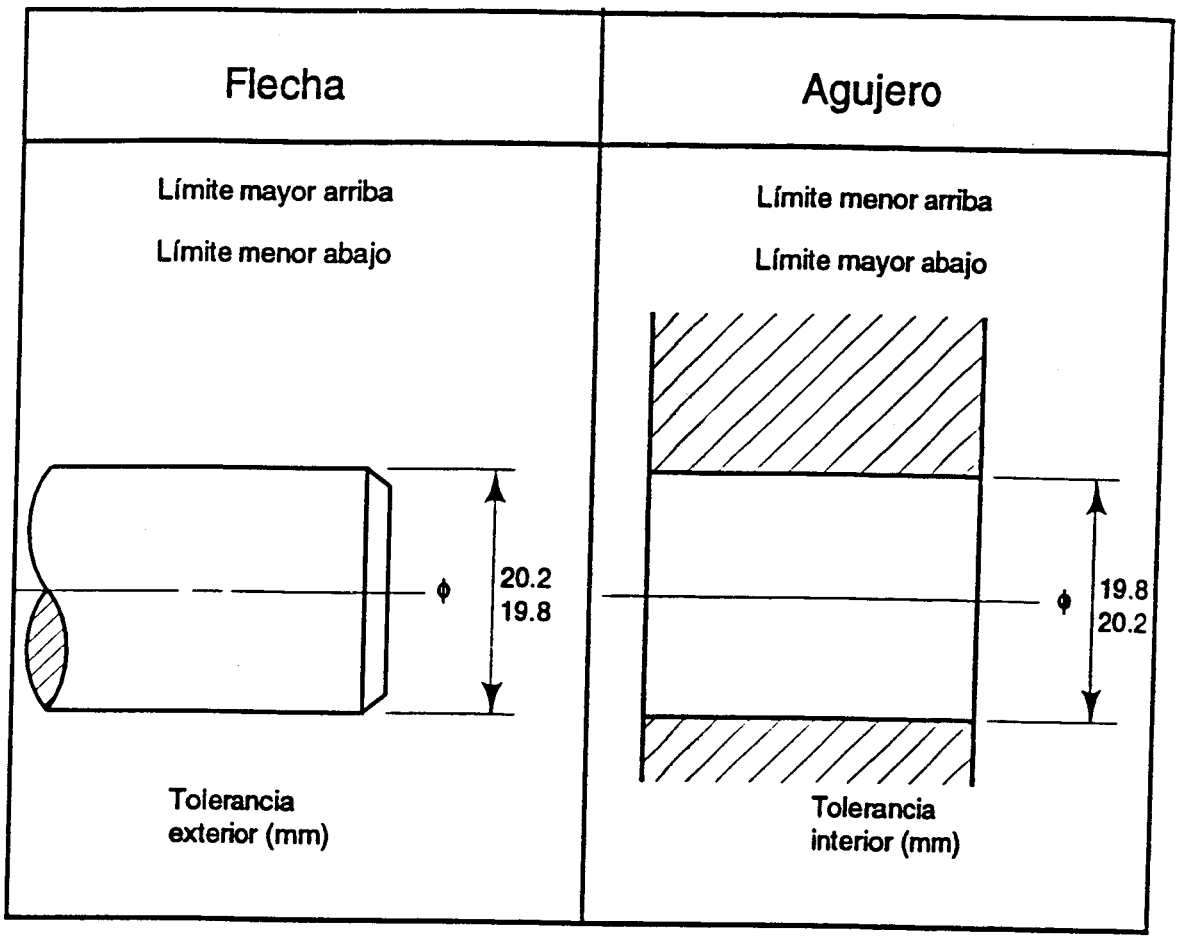


Figura 16.7. Tolerancias exteriores e interiores

La figura 16.8 ilustra estos ajustes con ejemplos en milímetros y milésimas de pulgada.

TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

Este tipo de tolerancias son las que especifican la variación máxima que se puede permitir en la forma o posición de la geometría verdadera de la pieza.

Una tolerancia geométrica equivale a la anchura o el diámetro de una zona de tolerancia dentro de la cual puede quedar una superficie o el eje de un agujero o cilindro con la parte resultante satisfaciendo los estándares necesarios de exactitud para un funcionamiento e intercambiabilidad apropiados. Al no especificar las tolerancias geométricas (de forma) en un dibujo para alguna parte del mismo, se supone que la parte que se produzca será aceptable a pesar de las variaciones.

Las tolerancias geométricas controlan los siguientes aspectos: rectitud, planeidad, paralelismo, escuadría, concentrici-

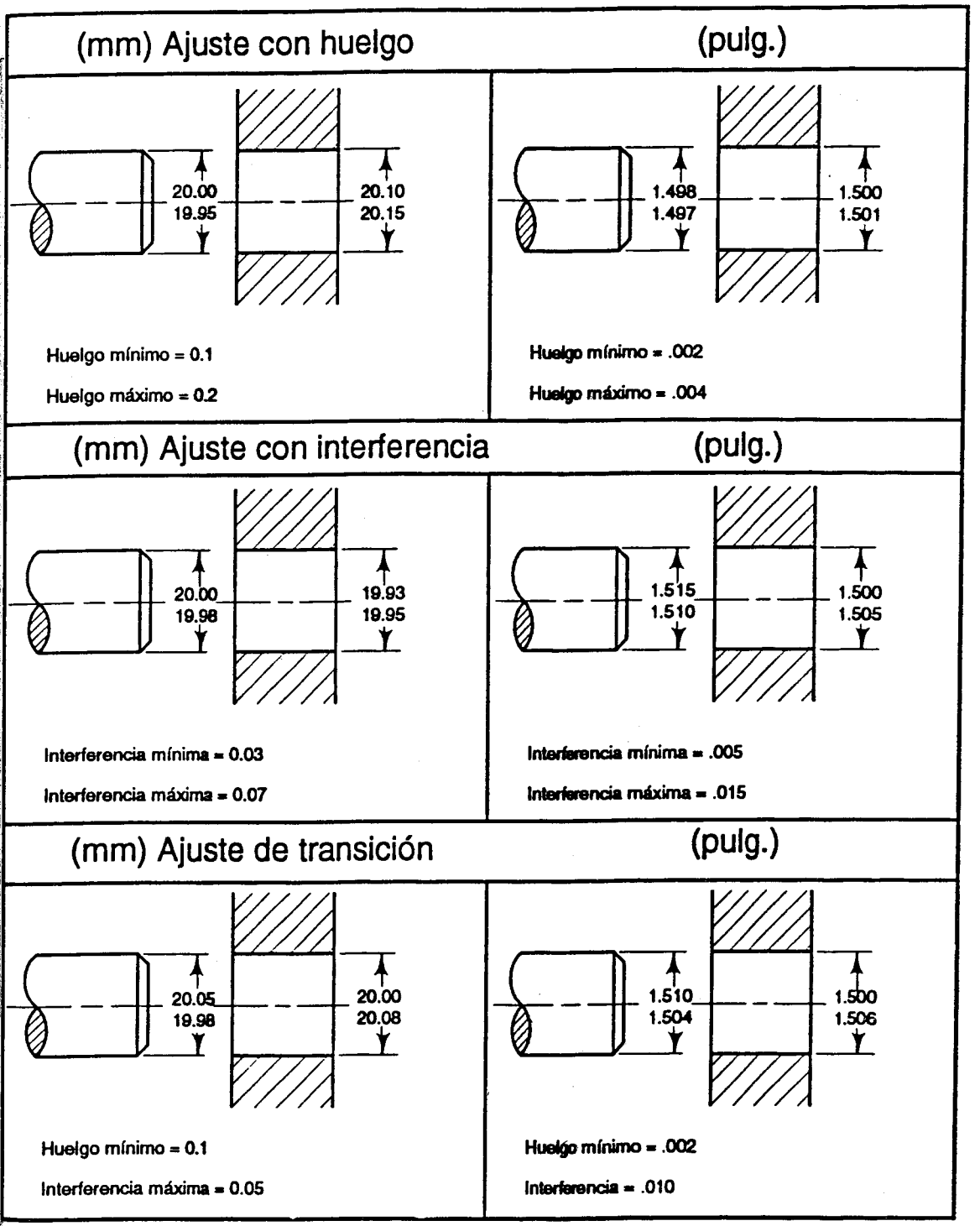


Figura 16.8. Ejemplos de ajustes generales

dad, redondez, desplazamiento angular y desviación.

Las tolerancias geométricas se especifican mediante símbolo que se acotan sobre un recuadro que contiene:

a	b	c
↗	0.1	A

a: símbolo; *b*: tolerancia (mm o pulg); *c* superficie de referencia.

Símbolos de características geométricas			
Tolerancias de forma	Características sencillas	Rectitud	—
		Planeidad	▱
		Contorno de cualquier superficie	⌓
		Redondez - Circularidad	○
		Cilindricidad	⌭
	Características relacionadas	Perpendicularidad - Escuadría	⊥
		Paralelismo	//
		Angularidad	∠
		Desviación	/
Tolerancias posicionales		Posición real	⌖
		Concentricidad	◎
		Simetría	⌯
Símbolos suplementarios			
CMM		Condiciones máximas de material	Ⓜ
ITC		Ind. del tam. de la característica	Ⓢ
		Diámetro	∅

Figura 16.9. Simbología para tolerancias geométricas

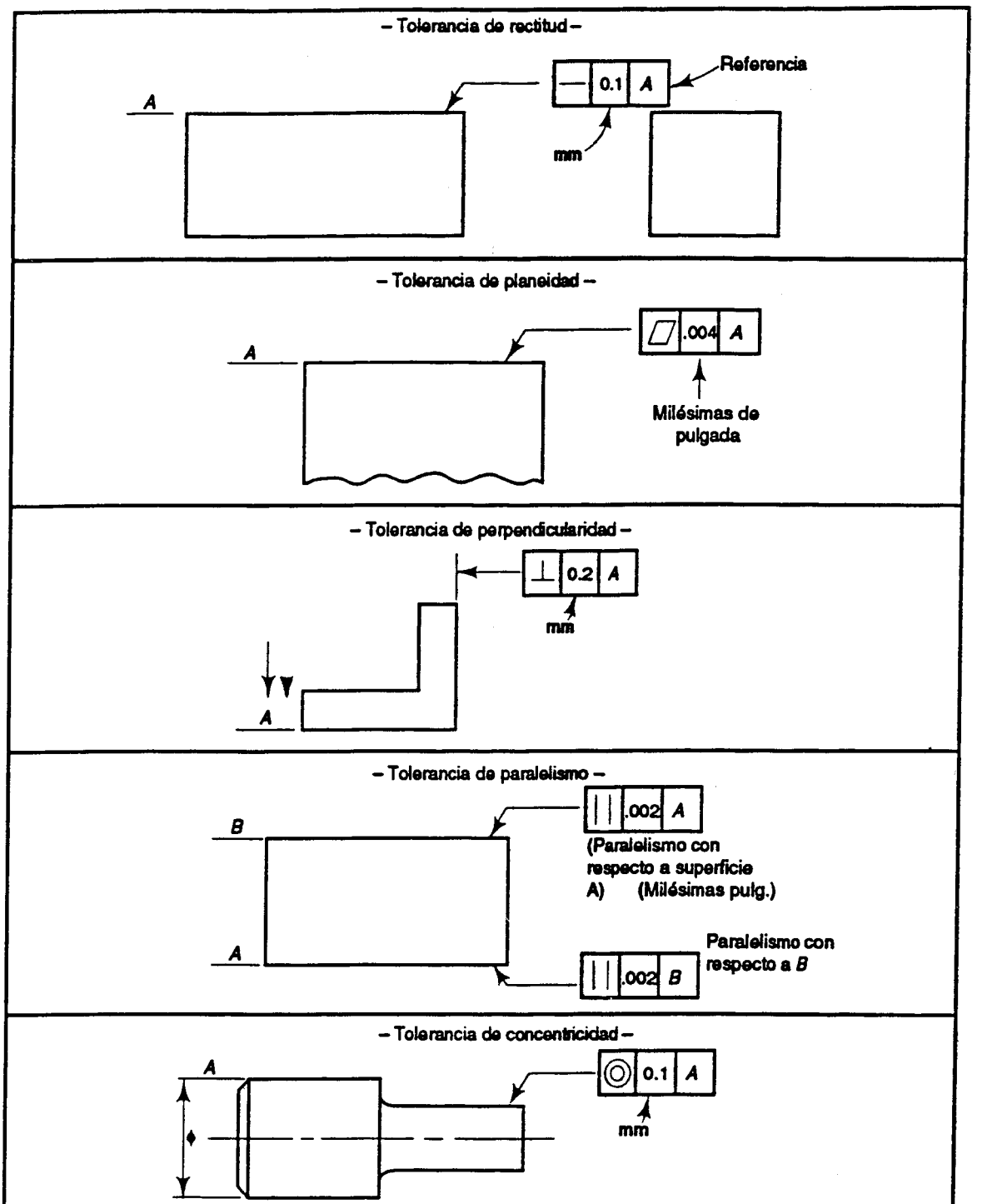


Figura 16.10. Ejemplos comunes de tolerancias geométricas

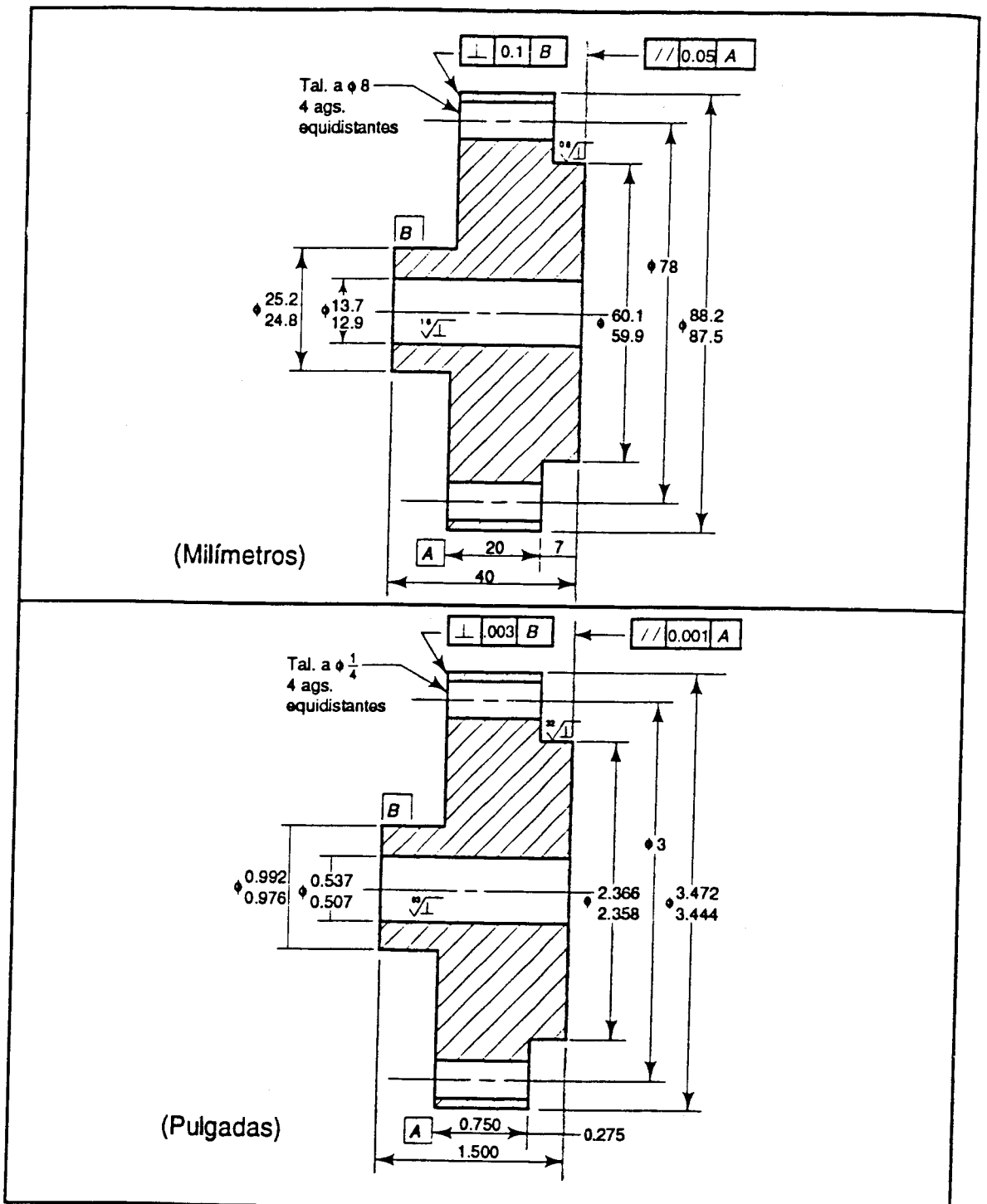


Figura 16.11. Ejemplos combinados de acotación avanzada

La figura 16.9 ilustra la simbología para tolerancias geométricas de forma y posición, según normas ANSI.

EJERCICIOS FINALES

Los siguientes montajes están preparados para trabajar con ellos sobre el despliegue del mecanismo, dibujando en detalle cada una de sus partes utilizando las cotas que se dan en conjunto. Obviamente en el momento de reproducir el dibujo del conjunto o montaje, éste no llevaría las acotaciones, como se explica en el capítulo 11 de la primera parte de este texto. Las cotas se indican en el dibujo en detalle por separado.

Se recomienda realizar el dibujo de las partes en detalle en un solo plano y el montaje separado. Los ejercicios deberán realizarse en papel calca y reproducirse en copias heliográficas.

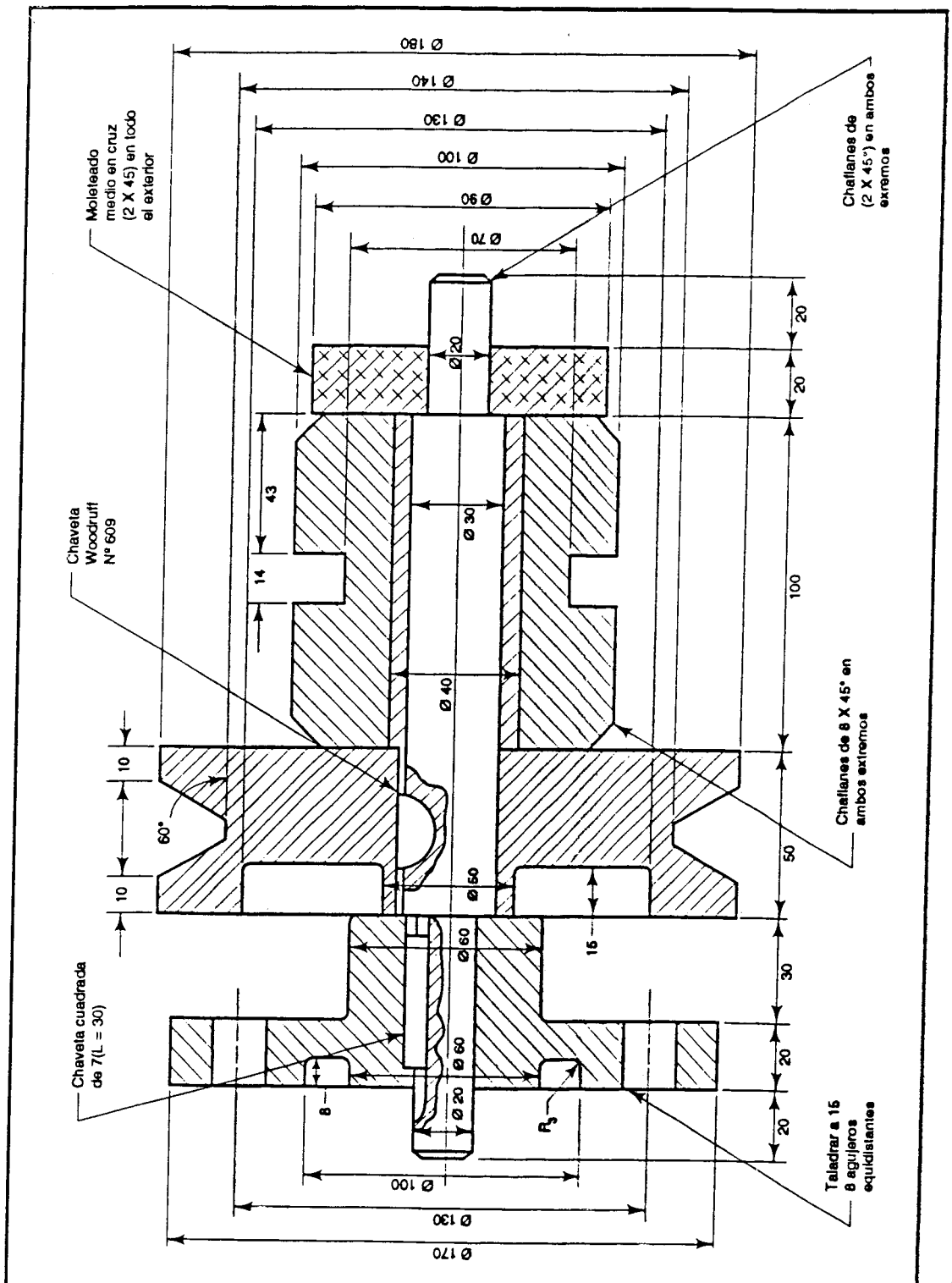


Figura 16.12. Transmisión

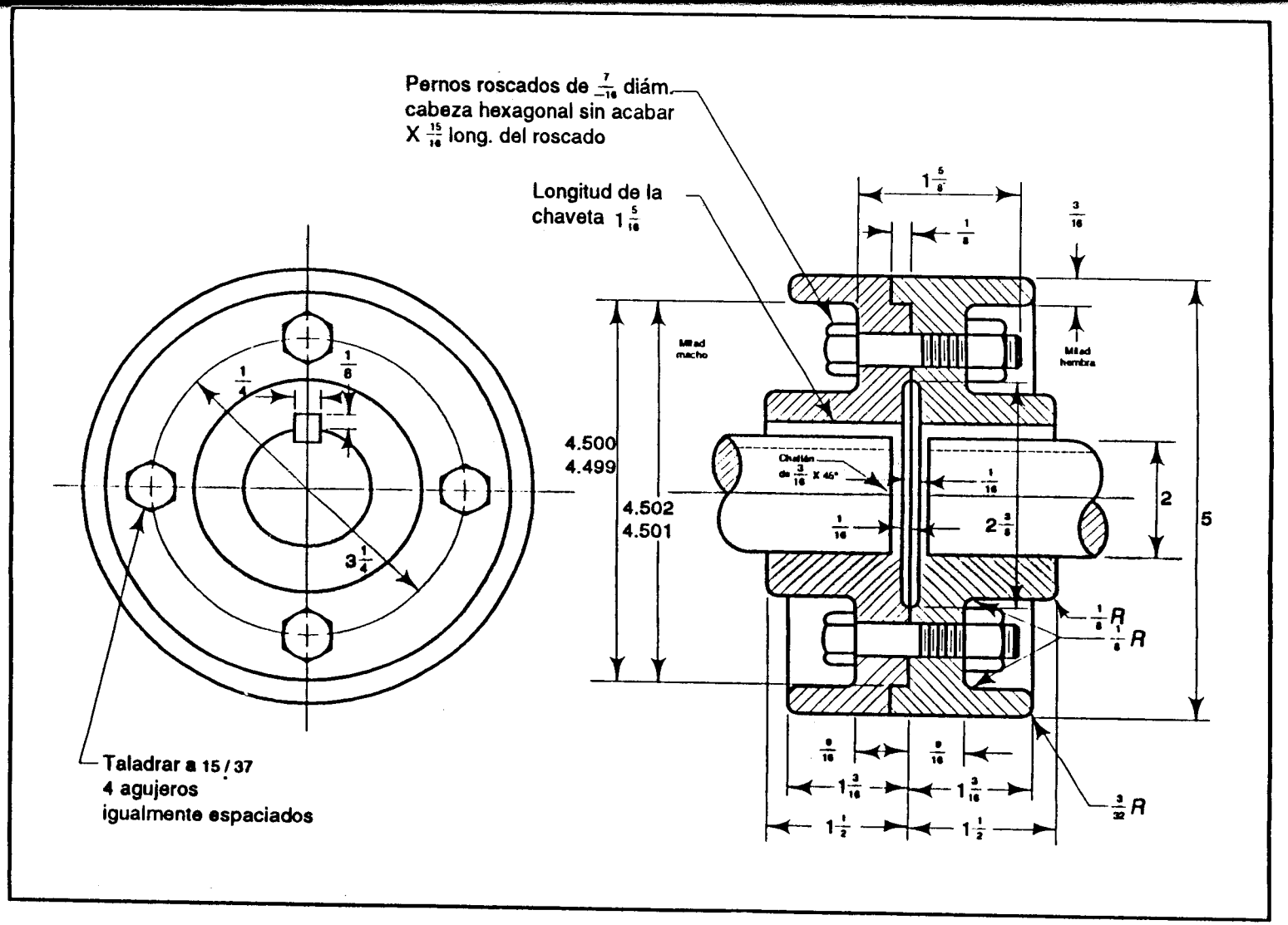


Figura 16.12. Acoplamiento de brida

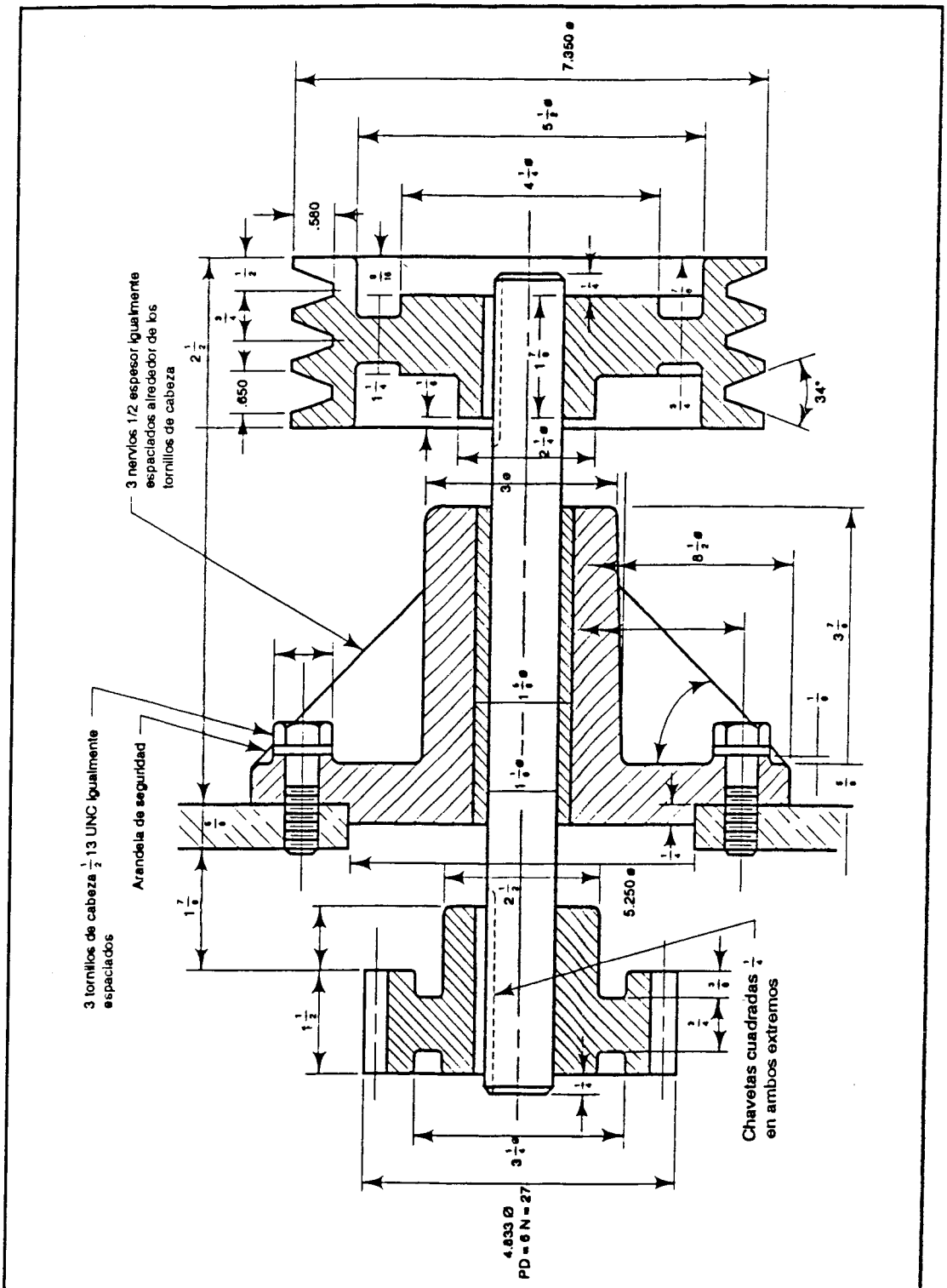


Figura 16.14. Transmisión

Apéndice de la primera parte

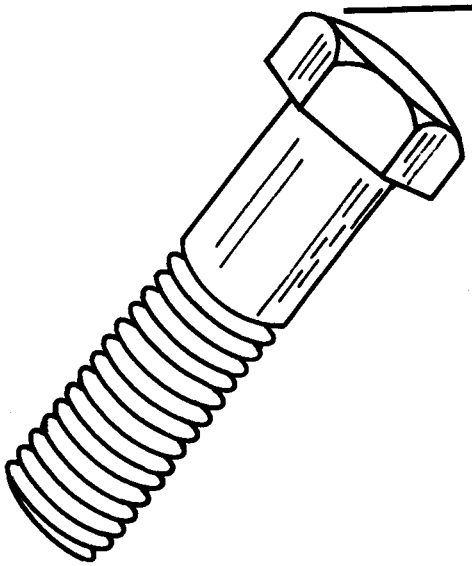


Tabla 1. Equivalentes pulgadas-milímetros

Fracciones		
	1/64 — .0156	0.3969
1/32 — .0312		0.7938
	3/64 — .0469	1.1906
1/16 — .0625		1.5875
	5/64 — .0781	1.9844
3/32 — .0938		2.3813
	7/64 — .1094	2.7781
1/8 — .1250		3.1750
	9/64 — .1406	3.5719
5/32 — .1562		3.9688
	11/64 — .1719	4.3656
3/16 — .1875		4.7625
	13/64 — .2031	5.1594
7/32 — .2188		5.5563
	15/64 — .2344	5.9531
1/4 — .2500		6.3500
	17/64 — .2656	6.7469
9/32 — .2812		7.1438
	19/64 — .2969	7.5406
5/16 — .3125		7.9375
	21/64 — .3281	8.3344
11/32 — .3438		8.7313
	23/64 — .3594	9.1281
3/8 — .3750		9.5250
	25/64 — .3906	9.9219
13/32 — .4062		10.3188
	27/64 — .4219	10.7156
7/16 — .4375		11.1125
	29/64 — .4531	11.5094
15/32 — .4688		11.9063
	31/64 — .4844	12.3031
24 — .5000		12.7000
	33/64 — .5156	13.0969
17/32 — .5312		13.4938
	35/64 — .5469	13.8906
9/16 — .5625		14.2875
	37/64 — .5781	14.6844
19/32 — .5938		15.0813
	39/64 — .6094	15.4781
5/8 — .6250		15.8750
	41/64 — .6406	16.2719
21/32 — .6562		16.6688
	43/64 — .6719	17.0656
11/16 — .6875		17.4625
	45/64 — .7031	17.8594
23/32 — .7188		18.2563

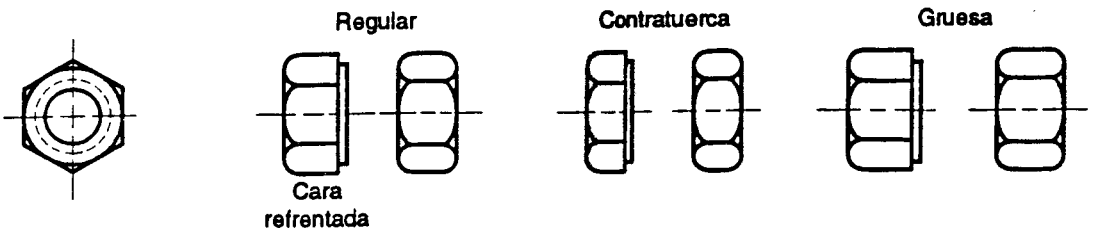
Continuación

Fracciones		
47/64	.7344	18.6531
3/4	.7500	19.0500
49/64	.7656	19.4469
25/32	.7812	19.8438
51/64	.7969	20.2406
13/16	.8281	21.0344
53/64	.8438	21.4313
27/32	.8594	21.8281
55/64	.8750	22.2250
7/8	.8906	22.6219
57/64	.8906	22.6219
29/32	.9062	23.0188
59/64	.9219	23.4156
15/16	.9375	23.8125
61/64	.9531	24.2094
31/32	.9688	24.6063
63/64	.9844	25.0031
	1.0000	25.4000

Tabla 2. Roscas métricas ISO

Tamaño nominal Día (mm)	Series con pasos consecutivos				Series con pasos estables																	
	Gruesa		Fina		4		3		2		1.5		1.25		1		0.75		0.5		0.35	
Preferido	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño del barreno	Paso de la rosca	Tamaño de barreno
1.6	0.35	1.25																				
1.8	0.35	1.45	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	0.4	1.6																				
2.2	0.45	1.75																				
2.5	0.45	2.05																			0.35	2.15
3	0.5	2.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			0.35	2.65
3.5	0.6	2.9																			0.35	3.15
4	0.7	3.3																	0.5	3.5		
4.5	0.75	3.7																	0.5	4		
5	0.8	4.2			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					0.5	4.5	X	X
6	1	6															0.75	6.2				
8	1.25	6.7	1	7											1	7	0.75	7.2				
10	1.5	8.5	1.25	8.7									1.25	8.7	1	9	0.75	9.2				
12	1.75	10.2	1.25	10.8	X	X	X	X	X	X			1.25	10.7	1	11			X	X	X	X
14	2	12	1.5	12.5							1.5	10.5	1.25	12.7	1	13						
16	2	14	1.5	14.5							1.5	12.5			1	15						
18	2.5	15.5	1.5	16.5							1.5	14.5										
20	2.5	17.5	1.5	18.5	X	X	X	X	2	16	1.5	16.5			1	17						
22	2.5	19.5	1.5	20.5					2	18	1.5	18.5	X	X	1	19	X	X	X	X	X	X
24	3	21	2	22					2	20	1.5	20.5			1	21						
27	3	24	2	25					2	22	1.5	22.5			1	23						
30	3.5	26.5	2	28	X	X	X	X	2	25	1.5	25.5			1	26						
33	3.5	29.5	2	31					2	28	1.5	28.5	X	X	1	29	X	X	X	X	X	X
36	4	32	3	33					2	31	1.5	31.5										
39	4	35	3	36					2	34	1.5	34.5										
42	4.5	37.5	3	39	4	38	3	39	2	37	1.5	37.5										
45	4.5	39	3	42	4	41	3	42	2	40	1.5	40.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
48	5	43	3	45	4	44	3	45	2	43	1.5	43.5										
									2	46	1.5	46.5										

Tabla 4 Tuercas hexagonales



Tamaño nominal (milímetros)	*Distancia entre caras*	*Espesor*		
		Regular	*Contratuerca*	*Gruesa*
4	7	3	2	5
5	8	4	2	5
6	10	5	3	6
8	13	6.5	5	8
10	17	8	6	10
12	19	10	7	12
14	22	11	8	14
16	24	13	8	16
20	30	16	9	20
24	36	19	10	24
30	46	24	12	30
36	55	29		

BIBLIOGRAFÍA

Jensen y Mason, " Fundamentos de Dibujo Mecánico", 2a. edición en español, editorial Mc Graw Hill.

Jensen "Dibujo y Diseño de Ingeniería", editorial Mc Graw Hill.

Warren J. Luzadder, "Fundamentos de Dibujo en Ingeniería", 2a. impresión, editorial C.E.C.S.A. (Prentice Hall).

Henry Cecil Spencer y John Thomas Dygdon, "Dibujo Técnico Básico", novena impresión, editorial C.E.C.S.A.

Thomas E. French, Charles J. Vierck, "Dibujo de Ingeniería", duodécima edición, editorial Mc Graw Hill.

Centro Nacional de Productividad A. C. "Manual de Dibujo Técnico (Geometría Aplicada)", tercera edición.

SL. Straneo y R. Consorti "El Dibujo Técnico Mecánico", 1a. edición, editorial Montaner y Simón, S.A.